This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Stanford University Libraries

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
ORGANIZED 1891

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

et autorisée par arrêtés en dates des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

TOME XXI

1893

LILLE

IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX

1893

307

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

au 1er *janvier* 1893.

Président	MM. BINET.
Vice-Président	HALLEZ.
Secrétaire	PARENT.
Trésorier-Archiviste . . .	CRESPEL.
Bibliothécaire	QUARRÉ.
Directeur	GOSSELET.
Membres du Conseil . . .	MALAQUIN, DELECROIX, LECOCQ.

MEMBRES TITULAIRES ET CORRESPONDANTS (1)

ANGELLIER, Professeur à la Faculté des Lettres, rue Solférino, 18, Lille.
ARRAULT Paulin, Ingénieur, rue Rochechouart, 69, Paris.
AULT (d')-DUMESNIL, rue d'Eauette, 1, Abbeville.
BARROIS, Ch., Professeur à la Faculté des Sciences, rue Pascal, 37, Lille.
BARROIS, Jules, Docteur ès-sciences, villa Gustavin, Nice.
BARROIS, Théodore, rue de Lannoy, 17, Fives-Lille.
BARROIS, Th., Professeur à la Faculté de Médecine, rue Solférino, 220, Lille.
BARROIS, H, Ingénieur-Directeur de l'usine à gaz, Tourcoing.
BATTEUR, Pharmacien, rue Royale, 45, Lille.
BAYET Louis, Ingénr, Walcourt, près Charleroi (Belgique).
BECOURT, Inspecteur des Forêts au Quesnoy.
BEGHIN, rue Nationale, 283, Lille.
BENECKE, Professeur à l'Université de Strasbourg (Alsace)
BERGAUD, Ingénieur en chef honor. des Mines de Bruay, rue de la Station, 3, Douai.
BERGERON, Dr ès-sciences, boulevard Haussmann, 157, Paris.
BERNARD, ex-fabricant de sucre, boulevard Magenta, 147, Paris.
BERTRAND, Profr à la Faculté des Sciences de Lille.
BERTRAND, Profr à l'école des Mines, rue de Rennes, 101, Paris.
BÉZIERS, Directeur du Musée géologique, Rennes.
BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE DE LILLE.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE MONTPELLIER.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE RENNES.
BILLET, Docteur ès-Sciences, Médecin-major à Cao Bang, Tonkin.
BINET, Directr du service des eaux de Roubaix-Tourcoing, r. de Lille, 147, Tourcoing.
BODDAERTS (l'abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai.
BOLE, Pharmacien, Tourcoing.
BOLLAERT, Directeur des Mines de Lens.
BOULANGER, avenue Reille, 10, Paris.
BOURIEZ, Pharmacien, rue Jacquemars-Giélée, 105, Lille.
BOUSSEMAER, Ingénieur, boulevard de la Liberté, 108, Lille.
BOUVART, Inspecteur des Forêts en retraite, au Quesnoy.
BRÉGI, Inspr du service des eaux de Roubaix-Tourcoing, rue de Lille, 147, Tourcoing
BRETON, Ludovic, Ingénieur, rue Saint-Michel, 17, Calais.
CAMBESSEDÈS, Professeur à l'École des Maîtres-Mineurs, Douai.
CALDÉRON, Professeur à l'Université de Séville (Espagne).
CANU, Docteur ès-sciences naturelles, boulevard de Chatillon, Boulogne-s.-Mer.
CARTON, Docteur, Médecin-Major au 19e Chasseurs, Lille.
CAYEUX, Préparateur aux Ecoles des Mines et des P.-et-Ch., boul. St-Michel, 60, Paris
CHAPUYS, Ingénieur des Mines, boulevard de la Liberté, 99, Lille.
CHAUVEAU, Pharmacien, Avesnes.
CLARISSE, Emile, Négociant, rue de Lille, 65, Roubaix.

(1) Les Membres correspondants sont ceux qui résident en dehors de la circonscription académique (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes).

COGELS, Paul, à Deurne, province d'Anvers (Belgique).
COGET, Jean, Teinturier, rue Pellart, Roubaix.
COLNION, Victor, Propriétaire à Ferrières-la-Grande.
COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CREPIN, Ingénieur aux Mines de Bully-Grenay.
CRESPEL, Richard, Industriel, rue Léon-Gambetta, 56, Lille.
CROÏN, Paul, rue du Nouveau-Siècle, 13, Lille.
CUVELIER, Avocat, rue du Curé St-Étienne, 7, Lille.
DANEL, Léonard, rue Royale, 85, Lille.
DEBOUZY, Docteur en médecine, à Wignehies (Nord).
DEBRAY, Henri, rue Delzenne, 11, Lille.
DECROCK, Licencié ès-sciences naturelles, Institut botanique, Montpellier.
DEFERNEZ, Edouard, Ingénieur à Liévin-lez-Lens (P.-de-C.).
DEFRENNE, rue Nationale, 295, Lille.
DELCROIX, Avocat, Docteur en droit, Directeur de la *Revue de la Législation des Mines*, place du Concert, 7, Lille.
DELÉTANGT, Jules, Industriel, à Fumay (Ardennes).
DELOBE, Pharmacien, Tournai.
DELVAUX, Géologue, avenue Brugmann, 216, Bruxelles
DEMESMAY, Industriel, Cysoing (Nord).
DENIS, Jules, Professeur à l'Ecole supérieure, r. del'Amiral-Courbet, 12, Tourcoing.
DERENNES, Ingénieur chimiste, 25, boulevard Barbès, Paris.
DERNONCOURT, Représentant de la Compagnie d'Anzin, Fourmies.
DESAILLY, Ingénieur aux Mines de Liévin, par Lens.
DESCAMPS J., rue de l'Aqueduc, 5, Paris,
DESCAT Jules, Manufacturier, rue de Béthune, 56, Lille.
DESTOMBES Pierre, boulevard de Paris, Roubaix.
DEVOS, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue des Postes, 20, Lille.
DEWATINES, Relieur, rue Nationale, 87, Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-sciences naturelles, Lille.
DHARVENT, buffet de la gare, Béthune (P.-de-C.).
DOLLFUS Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris.
DOLLO, Conservr au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles.
DORLODOT, (Abbé de) Professeur à l'Université, rue Au Vent, 10, Louvain.
DUBOIS, Professeur au Lycée de St-Quentin.
DUMAS, Inspecteur au ch. de fer d'Orléans, rue Dumoustier, 1 *bis*, Nantes.
DUMAS, A.-P., Ingénieur, rue Charles-Dubois, 102, Amiens.
DUMONT, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul, près Lille.
DUTERTRE, Docteur en médecine, rue de la Coupe, 6, Boulogne-sur-Mer.
EECKMAN, Alex., rue Alexandre-Leleux, 28, Lille.
ÉCOLE NORMALE D'INSTITUTEURS de Douai.
FARCY, Économe de l'Ecole professionnelle, Armentières.
FAULKENER, Angus, à Croix.
FEVER, Chef de division à la Préfecture, r. des Pyramides, 24, Lille.
FLAMENT, Comptable, à Proville, près Cambrai.
FLIPO, rue Brûle-Maison, 92, Lille.
FOCKEU, Docteur en médecine, r. de Juliers, 73, Lille.
FOREST, Philibert, Maître de carrières à Douzies-Maubeuge.
FORIR, Répétiteur à l'École des mines, rue Nysten, 25, à Liège.
FOURMENTIN, Percepteur, à Roubaix.
FRAZER, Dr ès-sciences, Room 1042, Drexel Building, Philadelphie.
GIARD, Professeur à la Sorbonne, rue Stanislas, 14, Paris.
GIN, Gustave, Ingénieur, rue Frédéric Lemaître, 63, Le Hâvre.
GOBLET, Alfred, Ingénieur, Croix, près Roubaix.
GODBILLE, Médecin-Vétérinaire, à Wignehies.
GODON (l'abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai,
GOSSELET, Professeur à la Faculté des Sciences, r. d Antin, 18, Lille.
GOSSELET A., Dr en médecine, Prép. à la Faculté des Sc., r. des Stations, 7 *bis*, Lille.
GRÉGOIRE, Chimiste à la Manufacture de Glaces de Recquignies (Nord).
GRONNIER, Professeur au Collège de Dunkerque.
GROSSOUVRE (de), Ingénieur en chef des mines, à Bourges.
GUERNE (Baron [illegible] de Tournon, 6, Paris.
HALLEZ Paul, [illegible] acultés des Sciences, r. de Valmy, 1, Lille.

HASSENPFLUG, Docteur à Flers, près Croix (Nord).
HELSON, Ingénieur-civil des mines, Place Rihour, Lille.
HÉBERT (Me), rue Garancière, 10, Paris.
HERLIN Georges, Notaire, boulevard de la Liberté, 22, Lille.
HETTE Alexandre, façade de l'Esplanade, 1 *bis*, Lille.
HORNEZ, Fabricant de pannes, à Bourlon (Pas-de-Calais).
HOVELACQUE, Docteur ès-sciences, r. de Castiglione, 1, Paris
JANET, Charles, Ingénieur des arts et manufactures, Beauvais.
JANNEL, Géologue à la Compagnie de l'Est, boul. de Strasbourg, 67, Paris.
JENNEPIN, Maître de pension, Cousolre.
LACOME, rue Gambetta, 45, Lille.
LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École communale, square Dutilleul, Lille.
LAFFITE, Henri, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
LALOY, Roger, Propriétaire à Houplines.
LASNE, H, Ingénieur des Arts et Manufactures, rue Boileau, 57, Paris.
LATINIS, Ingénieur civil à Seneffe (Hainaut, Belgique).
LECLERCQ, Eugène, Professeur au Collège, r. du Bourget, La Fère.
LECOCQ, Gustave, rue du Nouveau-Siècle, 7, Lille.
LEFEBVRE, Contrôleur principal des mines, r Barthélémy-Delespaul, 111, Lille.
LEGRAND, Professeur au collège de Verdun.
LELOIR, Professeur à la Faculté de Médecine, pl. aux Bleuets, 34, Lille.
LE MARCHAND, Ingénieur aux Chartreux, Petit-Quévilly (Seine-Inférieure).
LEMONNIER, Ingénieur, Mesvin-Ciply (Belgique).
LEVAUX, Professeur au Collège de Maubeuge.
LIÉGEOIS-SIX, Imprimeur, rue Léon-Gambetta, 244, Lille.
LIGNIER, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen (Calvados).
LOHEST, Professeur à l'Université de Liège.
LONQUÉTY, Ingénieur, Boulogne-sur-Mer.
MALAQUIN, Préparateur à la Faculté des Sciences, r. St-Sauveur 28, Lille.
MALOU, Sous-chef à la S.-Préfecture, r. des Procureurs, 13, St-Pol.
MARCOTTE, Pierre, rue de l'Hôpital-Militaire, 28, Lille.
MARGERIE (de), Géologue, rue de Grenelle, 132, Paris.
MARIAGE, Négociant, place de l'Hôpital, 4, Valenciennes.
MARSY, Maître répétiteur au Lycée, Lille
MAURICE, Ch., Docteur ès-sciences, Attiches par Pont à-Marcq
MAURICE, Jules, r. des Blancs-Mouchons, 39, Douai.
MELON, Eugène, Etudiant, Lille.
MEYER, Adolphe, Chimiste, rue des Brigittines, 1 *bis*, Lille
MEYER, Paul, Représentant de Commerce, rue Roland, 221, Lille.
MONIEZ, Professeur à la Faculté de Médecine, r. Solférino, 22, Lille.
MOREAU Arthur, Maître de carrières, Anor (Nord).
MORIAMEZ Lucien, à Saint-Waast-lez-Bavai (Nord).
MORIN, Ingr au Canal de l'Isthme de Corinthe, Isthmia (Grèce).
MOULAN, Ingénieur, Avenue de la Reine, 271, Laeken.
MUSÉE DE DOUAI.
MYON, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de-C.).
PAGNIEZ-MIO, Sondeur, Somain.
PARENT, Henri, Préparateur à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 161, Lille.
PASSELECQ, Directeur de charbonnage à Ciply (Belgique).
PÉROCHE, Directeur honoraire des Contributions indir., rue St-Gabriel, 95, Lille.
PIÉRARD, Désiré, Cultivateur, Dourlers (Nord).
PLUS, Licencié ès-sciences naturelles, rue du Curé-St-Etienne, 7, Lille.
QUARRÉ, Louis, boulevard de la Liberté, 70, Lille.
QUÉVA, Préparateur à la Faculté des Sciences, rue des Fleurs, 1, Lille.
RABELLE, Pharmacien à Ribemont (Aisne).
REUMAUX, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
RICARD Samuel, rue Evrard de Foulloy, 2, Amiens.
RICHARD, Géomètre, Cambrai.
RIGAUT Adolphe, Adjoint au Maire, r. de Valmy, 3, Lille.
RIGAUX Henri, Archiviste de la ville, Hôtel-de-Ville (Lille).
ROBILLARD, Médecin, à Bully-Grenay (P.-de-C.).
RONELLE, Architecte, Cambrai.
ROUSSEL, *Professeur au collège* (à la Folie) près de Cosne (Nièvre)

COGELS, Paul, à Deurne, province d'Anvers (Belgique).
COGET, Jean, Teinturier, rue Pellart, Roubaix.
COLNION, Victor, Propriétaire à Ferrières-la-Grande.
COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CREPIN, Ingénieur aux Mines de Bully-Grenay.
CRESPEL, Richard, Industriel, rue Léon-Gambetta, 56, Lille.
CROÏN, Paul, rue du Nouveau-Siècle, 13, Lille.
CUVELIER, Avocat, rue du Curé St-Étienne, 7, Lille.
DANEL, Léonard, rue Royale, 85, Lille.
DEBOUZY, Docteur en médecine, à Wignehies (Nord).
DEBRAY, Henri, rue Delzenne, 11, Lille.
DECROCK, Licencié ès-sciences naturelles, Institut botanique, Montpellier.
DEFERNEZ, Edouard, Ingénieur à Liévin-lez-Lens (P.-de-C.).
DEFRENNE, rue Nationale, 295, Lille.
DELCROIX, Avocat, Docteur en droit, Directeur de la *Revue de la Législation des Mines*, place du Concert, 7, Lille.
DELÉTANGT, Jules, Industriel, à Fumay (Ardennes).
DELOBE, Pharmacien, Tournai.
DELVAUX, Géologue, avenue Brugmann, 216, Bruxelles
DEMESMAY, Industriel, Cysoing (Nord).
DENIS, Jules, Professeur à l'Ecole supérieure, r. del'Amiral-Courbet, 12, Tourcoing.
DERENNES, Ingénieur chimiste, 25, boulevard Barbès, Paris.
DERNONCOURT, Représentant de la Compagnie d'Anzin, Fourmies.
DESAILLY, Ingénieur aux Mines de Liévin, par Lens.
DESCAMPS J., rue de l'Aqueduc, 5, Paris,
DESCAT Jules, Manufacturier, rue de Béthune, 56, Lille.
DESTOMBES Pierre, boulevard de Paris, Roubaix.
DEVOS, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue des Postes, 20, Lille.
DEWATINES, Relieur, rue Nationale, 87, Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-sciences naturelles, Lille.
DHARVENT, buffet de la gare, Béthune (P.-de-C.).
DOLLFUS Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris.
DOLLO, Conservr au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles.
DORLODOT, (Abbé de) Professeur à l'Université, rue Au Vent, 10, Louvain.
DUBOIS, Professeur au Lycée de St-Quentin.
DUMAS, Inspecteur au ch. de fer d'Orléans, rue Dumoustier, 1 *bis*, Nantes.
DUMAS, A.-P., Ingénieur, rue Charles-Dubois, 102, Amiens.
DUMONT, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul, près Lille.
DUTERTRE, Docteur en médecine, rue de la Coupe, 6, Boulogne-sur-Mer.
EECKMAN, Alex., rue Alexandre-Leleux, 28, Lille.
ÉCOLE NORMALE D'INSTITUTEURS de Douai.
FARCY, Économe de l'Ecole professionnelle, Armentières.
FAULKENER, Angus, à Croix.
FEVER, Chef de division à la Préfecture, r. des Pyramides, 24, Lille.
FLAMENT, Comptable, à Proville, près Cambrai.
FLIPO, rue Brûle-Maison, 92, Lille.
FOCKEU, Docteur en médecine, r. de Juliers, 73, Lille.
FOREST, Philibert, Maître de carrières à Douzies-Maubeuge.
FORIR, Répétiteur à l'École des mines, rue Nysten, 25, à Liège.
FOURMENTIN, Percepteur, à Roubaix.
FRAZER, Dr ès-sciences, Room 1042, Drexel Building, Philadelphie.
GIARD, Professeur à la Sorbonne, rue Stanislas, 14, Paris.
GIN, Gustave, Ingénieur, rue Frédéric Lemaître, 63, Le Hâvre.
GOBLET, Alfred, Ingénieur, Croix, près Roubaix.
GODBILLE, Médecin-Vétérinaire, à Wignehies.
GODON (l'abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai,
GOSSELET, Professeur à la Faculté des Sciences, r. d Antin, 18, Lille.
GOSSELET A., Dr en médecine, Prép. à la Faculté des Sc., r. des Stations, 7 *bis*, Lille.
GRÉGOIRE, Chimiste à la Manufacture de Glaces de Recquignies (Nord).
GRONNIER, Professeur au Collège de Dunkerque.
GROSSOUVRE (de), Ingénieur en chef des mines, à Bourges.
GUERNE (Baron Jules de), rue de Tournon, 6, Paris.
HALLEZ Paul, Professeur à la Faculté des Sciences, r. de Valmy, 1, Lille.

HASSENPFLUG, Docteur à Flers, près Croix (Nord).
HELSON, Ingénieur-civil des mines, Place Rihour, Lille.
HÉBERT (Me), rue Garancière, 10, Paris.
HERLIN Georges, Notaire, boulevard de la Liberté, 22, Lille.
HETTE Alexandre, façade de l'Esplanade, 1 *bis*, Lille.
HORNEZ, Fabricant de pannes, à Bourlon (Pas-de-Calais).
HOVELACQUE, Docteur ès-sciences, r. de Castiglione, 1, Paris
JANET, Charles, Ingénieur des arts et manufactures, Beauvais.
JANNEL, Géologue à la Compagnie de l'Est, boul. de Strasbourg, 67, Paris.
JENNEPIN, Maître de pension, Cousolre.
LACOME, rue Gambetta, 45, Lille.
LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École communale, square Dutilleul, Lille.
LAFFITE, Henri, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
LALOY, Roger, Propriétaire à Houplines.
LASNE, H, Ingénieur des Arts et Manufactures, rue Boileau, 57, Paris.
LATINIS, Ingénieur civil à Seneffe (Hainaut, Belgique).
LECLERCQ, Eugène, Professeur au Collège, r. du Bourget, La Fère.
LECOCQ, Gustave, rue du Nouveau-Siècle, 7, Lille.
LEFEBVRE, Contrôleur principal des mines, r Barthélémy-Delespaul, 111, Lille.
LEGRAND, Professeur au collège de Verdun.
LELOIR, Professeur à la Faculté de Médecine, pl. aux Bleuets, 34, Lille.
LE MARCHAND, Ingénieur aux Chartreux, Petit-Quévilly (Seine-Inférieure).
LEMONNIER, Ingénieur, Mesvin-Ciply (Belgique).
LEVAUX, Professeur au Collège de Maubeuge.
LIÉGEOIS-SIX, Imprimeur, rue Léon-Gambetta, 244, Lille.
LIGNIER, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen (Calvados).
LOHEST, Professeur à l'Université de Liège.
LONQUÉTY, Ingénieur, Boulogne-sur-Mer.
MALAQUIN, Préparateur à la Faculté des Sciences, r. St-Sauveur 28, Lille.
MALOU, Sous-chef à la S.-Préfecture, r. des Procureurs, 13, St-Pol.
MARCOTTE, Pierre, rue de l'Hôpital-Militaire, 28, Lille.
MARGERIE (de), Géologue, rue de Grenelle, 132, Paris.
MARIAGE, Négociant, place de l'Hôpital, 4, Valenciennes.
MARSY, Maître répétiteur au Lycée, Lille
MAURICE, Ch., Docteur ès-sciences, Attiches par Pont à-Marcq
MAURICE, Jules, r. des Blancs-Mouchons, 39, Douai.
MELON, Eugène, Etudiant, Lille.
MEYER, Adolphe, Chimiste, rue des Brigittines, 1 *bis*, Lille
MEYER, Paul, Représentant de Commerce, rue Roland, 221, Lille.
MONIEZ, Professeur à la Faculté de Médecine, r. Solférino, 22, Lille.
MOREAU Arthur, Maître de carrières, Anor (Nord).
MORIAMEZ Lucien, à Saint-Waast-lez-Bavai (Nord).
MORIN, Ingr au Canal de l'Isthme de Corinthe, Isthmia (Grèce).
MOULAN, Ingénieur, Avenue de la Reine, 271, Laeken.
MUSÉE DE DOUAI.
MYON, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de-C.).
PAGNIEZ-MIO, Sondeur, Somain.
PARENT, Henri, Préparateur à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 161, Lille.
PASSELECQ, Directeur de charbonnage à Ciply (Belgique).
PÉROCHE, Directeur honoraire des Contributions indir., rue St-Gabriel, 95, Lille.
PIÉRARD, Désiré, Cultivateur, Dourlers (Nord).
PLUS, Licencié ès-sciences naturelles, rue du Curé-St-Etienne, 7, Lille.
QUARRÉ, Louis, boulevard de la Liberté, 70, Lille.
QUÉVA, Préparateur à la Faculté des Sciences, rue des Fleurs, 1, Lille.
RABELLE, Pharmacien à Ribemont (Aisne).
REUMAUX, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
RICARD Samuel, rue Evrard de Foulloy, 2, Amiens.
RICHARD, Géomètre, Cambrai.
RIGAUT Adolphe, Adjoint au Maire, r. de Valmy, 3, Lille.
RIGAUX Henri, Archiviste de la ville, Hôtel-de-Ville (Lille).
ROBILLARD, Médecin, à Bully-Grenay (P.-de-C.).
RONELLE, Architecte, Cambrai.
ROUSSEL, *Professeur au collège* (à la Folie) près de Cosne (Nièvre)

ROUTIER, Avocat, rue St-Denis, 10, Calais.
ROUVILLE (de), Doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier.
RUTOT, Consr au Musée d'hist. nat., Bruxelles.
SCHMIDT, Ingénieur à la Compagnie asturienne, à Auby (Nord).
SCRIVE DE NÉGRI, Industriel, r. Gambetta, 292, Lille.
SÉE, Paul, Ingénieur, rue Brûle-Maison, Lille.
SIMON, Ingénieur aux mines de Liévin (Pas-de-Calais).
SIROT, Industriel à St-Amand.
SIX, Achille, Profr au Lycée, rue du Poirier, 2, St-Omer.
SMITS, Ingénieur, rue Solférino, 106, Lille.
SOUBEYRAN, Ingénieur des Mines, 51, Boulevard Vauban, Lille.
STEVENSON, Profr à l'Université, Washington square, New-York city, U. S. A.
SUTTER Jean, Étudiant, rue des Ponts-de-Comines, 24, Lille.
TAINE, Pharmacien, rue du Marché St-Honoré, 7, Paris.
THÉLU, Profr à l'Ecole primaire supérieure, Frévent (P.-de-C.).
THÉRY-DELATTRE, Profr au Collège, rue de l'Eglise, 21, Hazebrouck.
THIBOUT, Licencié ès-Sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Grenoble.
THIERRY, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P-de-C.).
THIERRY, Ad., Géologue, rue Corneille, 7, Paris.
THIRIEZ, Professeur au Collège de Sedan,
THOMAS, Professeur de chimie à Auxerre (Yonne).
TOFFART, A., Secrétaire général hon. de la Mairie de Lille, à Roncq (Nord).
TROUDE, Maître-Répétiteur au Lycée, Amiens.
VAILLANT, Victor, 20, rue Berthollet.
VAN DEN BROECK, Consr au Musée, place de l'Industrie, 39, Bruxelles.
VAN ERTBORN (le baron Octave), rue des Lits, 14, Anvers.
VIALAT, Ingénieur en chef aux Mines de Liévin.
VUILLEMIN, Directeur des Mines d'Aniche, à Douai.
WALKER, Ambroise, boulevard Montebello, 19, Lille.
WALKER, Emile, Constructeur, rue d'Antin, 29, Lille.
WARTEL, Dr, rue Bernos, 24, Lille
WATTEAU, Géologue, Thuin, Belgique.
WILLIAMS, Profr à Cornell University à Ithaca, New-York U. S. A.

MEMBRES ASSOCIÉS

BONNEY, Professeur de Géologie à University-Collège, Londres.
BRIART, Ingénieur des Charbonnages de Mariemont à Morlanwelz.
CAPELLINI, Recteur de l'Université de Bologne.
CORTAZAR (de), Ingénieur des Mines, Calle Isabel la Catolica, 23, Madrid.
DAUBRÉE, de l'Institut, boulev. St-Germain, 254, Paris.
DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUPONT, Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
FOUQUÉ, Professeur de Géologie au Collège de France, Paris.
GAUDRY, Professeur de Paléontologie au Muséum, Paris.
HALL, Directeur du Musée d'histoire naturelle de l'Etat de New-York, Albany.
JUDD, Professeur à Royal Collège of sciences, South Kensington, S. W. Londres.
KAYSER, Professeur de Géologie à l'Université de Marbourg, Allemagne.
LAPPARENT (de), Professeur à l'Institut catholique, rue Tilsitt, 3, Paris.
LA VALLÉE-POUSSIN (de), Professeur de Géologie à l'Université, Louvain.
LESLEY, Directeur du Geological Survey de l'Etat de Pensylvanie.
LOSSEN, Landesgeolog, Bergakademie, Invalidenstrasse, 46, Berlin.
MAC-PHERSON, Calle de la Exposicion, Barrio de Monastério, Madrid.
MALAISE, Professeur à l'Institut agricole de Gembloux.
MERCEY (de), à la Faloise (Somme).
MICHEL-LÉVY, Directeur du Service de la Carte Géologique de France, Paris.
MOURLON, Conservateur au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
PELLAT Ed., rue de Vaugirard, 77, Paris
POTIER, Ingénieur en chef des Mines, boulevard Saint-Michel, 89, Paris.
PRESTWICH, Shoreham, près Svenoaks, Kent.
RENARD, Professeur de Géologie à l'Université de Gand.
SCHLUTER, Professeur de Géologie à l'Université de Bonn.
VELAIN, Professeur de Géographie physique à la Sorbonne, Paris.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

Séance du 18 Janvier 1893

On procède au renouvellement du bureau. Sont élus

Président :	MM. BINET.
Vice-Président :	P. HALLEZ.
Secrétaire :	PARENT.
Trésorier :	CRESPEL.
Bibliothécaire :	QUARRÉ.

M. LECOCQ est nommé membre du Conseil en remplacement de M. Ch. Barrois, dont le mandat est expiré.

M. **Gosselet** présente les tables des 20 premiers volumes des Annales. Il propose d'y joindre l'indication de toutes les publications géologiques faites à Lille dans les Mémoires de la Société des Sciences et dans le Bulletin scientifique.

Dans la table méthodique, il a relevé toutes les indications de sondages par localités. Il demande à joindre au 20e volume quelques sondages intéressants, qui seront ainsi répertoriés dans la table.

Puis il fait la communication suivante :

Note sur les gîtes du **Phosphate de Chaux**
de Templeux-Bellicourt et de Buire,
par M. **J. Gosselet.**

1° Gîte de Templeux-Bellicourt.

Pendant l'automne dernier, j'ai visité les exploitations de Phosphate situées à la limite des départements de la Somme et de l'Aisne, sur les territoires de Templeux-le-Guérard, Hargicourt, Villeret et Bellicourt. Elles s'étendent sur une zone sinueuse, dirigée sensiblement du N-O. au S.-E., sur une longueur de cinq kilomètres et sur une largeur d'un kilomètre.

Le phosphate s'y trouve en grains ou en nodules concrétionnés dans une couche de craie qui appartient à la zone à *Belemnites quadratus* Cette position normale du Phosphate est très manifeste dans la carrière Margerin à Villeret. On y voit la coupe suivante, de haut en bas :

Craie blanche sans silex.	2m,
Craie grise phosphatée, 2e qualité	3m,
Craie grise phosphatée, 1re qualité	0m,60.
Nodules de phosphate dans de la craie grise	0m,15 à 0m,70.
Craie blanche inférieure.	

On peut en conclure : 1° que la craie grise est intercalée dans la craie blanche ; 2° que la quantité de phosphate de la craie grise augmente de haut en bas ; 3° que les nodules de phosphate de chaux concrétionnée sont de formation contemporaine à la craie.

Dans certaines carrières du gîte des Hautes-Bruyères (Bellicourt), on voit aussi la superposition de la craie blanche sur la craie grise, qui atteint en cet endroit 6 m de puissance.

La craie phosphatée est rarement exploitée; on exploite surtout le sable phosphaté, résidu de la dissolution de la craie par les eaux pluviales.

Il arrive quelquefois que le sable phosphaté est en couches horizontales à la surface de la craie; c'est ce que l'on voit dans une grande partie du chantier de M. Solvay, aux Hautes-Bruyères.

Mais généralement le sable phosphaté remplit, comme près de Doullens, des poches creusées dans la craie grise et dans la craie blanche sous-jacente. Sous ce rapport l'analogie avec les gisements de Doullens est complète. Cependant les poches sont moins profondes dans l'Aisne que dans la Somme.

Un autre caractère qui distingue aussi les deux gisements, c'est l'absence du bief à silex dans l'Aisne ; le centre des poches est rempli par le terrain tertiaire et par le limon.

Une exploitation de Templeux-le-Guérard m'a montré la série presque complète du terrain tertiaire. On y voit successivement, à partir de la craie phosphatée, c'est-à-dire de bas en haut, ou mieux de l'extérieur vers l'intérieur des poches.

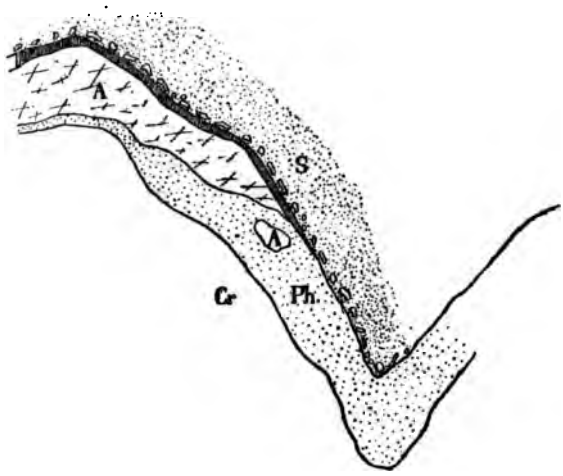
Sable phosphaté.	0 m, 30.
Sable phosphaté argileux	0 m, 40.
Silex roulés, verdis, dans du sable vert	0 m, 20.
Sable vert et gris	0 m, 50.
Argile plastique gris jaunâtre	0 m, 60.
Limon.	

Le sable phosphaté argileux est-il du sable phosphaté pénétré par de l'argile après son dépôt, ou remanié avec de l'argile ? Je ne puis pas me prononcer.

Dans une des exploitations de M. Delmotte, à l'E. de Templeux, j'ai relevé la coupe suivante :

Fig. 1.

Coupe prise dans le chantier Delmotte à Templeux.



Cr Craie phosphatée.
Ph Sable phosphaté, 0,30 à 1 m.
A Conglomérat de craie blanche remaniée, 1 m.
A' Bloc de craie isolé dans le sable phosphaté.
B Argile noire plastique, 0 m. 10.
S Sable vert avec gros silex à la base.

Cette coupe démontre qu'entre la formation du sable phosphaté et le dépôt des couches tertiaires, il y a eu formation d'un conglomérat de craie blanche, au dépens probablement de la craie blanche supérieure. La transformation de la craie grise en sable phosphaté avait donc déjà commencé à s'opérer. Le bloc de craie blanche emprisonné dans le sable phosphaté, démontre aussi un remaniement au moins partiel de ce sable.

Le bief noir, B, n'avait pas été signalé dans la série tertiaire normale, citée plus haut. Néanmoins je l'ai observé en

plusieurs points entre le sable vert et le phosphate, particulièrement au chantier Lambert, aux Hautes-Bruyères. Il existe aussi au chantier Solvay, également aux Hautes-Bruyères Il y est mélangé de beaucoup de sable, ce qui prouve que ce n'est pas un simple résidu de la dissolution de la craie blanche.

Dans cette partie orientale du gisement, à Hargicourt, Villeret, Bellicourt, il n'y a pas de silex à la base des sables verts ; au contraire, sur Templeux, cette base présente toujours une ligne de gros silex verdis plus ou moins roulés.

2° Gîte de Buire.

Le gîte de phosphate de chaux de Buire, fait partie d'une zone qui s'étend sur les territoires de Buire, de Rougefay et d'Haravesnes.

Le phosphate s'y trouve sous forme de craie phosphatée, de sable phosphaté et de conglomérat phosphaté.

La craie phosphatée constitue une couche de 2 et 3 m. d'épaisseur de craie grise, sableuse, intercalée dans la craie blanche. La craie blanche supérieure se voit bien au chantier Casselbrout à Bachimont ; elle a 2 m. d'épaisseur. Elle appartient ainsi que la craie phosphatée à l'assise à *Belemnitella quadrata*.

La craie blanche inférieure a une épaisseur d'environ 40 m. Le niveau de base, c'est-à-dire la craie à *Micraster cor testudinarium* est exploité au four à chaux de Buire. Près de ce four à chaux, à 5 m environ en contrebas, on trouve les marnes à *Terebratulina gracilis*, ce qui prouve le peu d'épaisseur de la craie à *M. breviporus*

Le gîte de Buire a beaucoup d'analogie avec celui de Doullens ; il en diffère par le peu de profondeur des poches et par la faible épaisseur du bief.

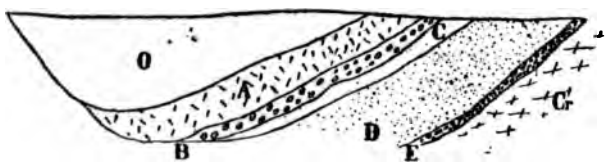
Il en diffère surtout parce qu'une grande partie du phosphate est à l'état de concrétions assez nombreuses et assez serrées les unes contre les autres pour constituer un conglomérat. C'est particulièrement sur ces conglomérats que je désire appeler l'attention de la Société.

L'existence de conglomérats de concrétions phosphatées n'a rien qui puisse nous étonner. Lorsque le phosphate est disséminé en petits grains dans la craie, il reste à l'état de sable quand la craie a été dissoute ; mais lorsqu'il se trouve sous forme de concrétions nodulaires, ces concrétions en se rapprochant les unes des autres par la disparition de la craie peuvent donner naissance à un véritable conglomérat. On vient de voir qu'à Villeret dans l'Aisne, les concrétions phosphatées forment un lit à la base de la craie grise ; il en était probablement de même à Buire. Mais est-ce bien là l'origine unique des conglomérats phosphatés.

Ce qui a appelé mon attention sur les conglomérats phosphatés c'est une coupe, (fig. 2) que j'ai relevée à Buire dans le chantier Rouzé en 1891.

Fig. 2.

Coupe prise dans le chantier Rouzé à Buire



O. Limon pur avec quelques silex à la base.
A. Limon sableux avec silex brisés 0m,70
B. Limon rouge avec quelques gros silex entiers, noircis 0m.30
C. Sable phosphaté impur mélangé d'argile 0m,30
D. Sable phosphaté . . . . . 2 à 4m,00
E Conglomérat argileux formé de concrétions de craie phosphatée. 0m,20

Le conglomérat (E) de la base est formé par des concrétions de craie phosphatée. Il a pour ciment de l'argile très fine, brun foncé, ou même presque noire, assez analogue à celle qui constitue le bief. Non seulement l'argile salit et pénètre les concrétions de phosphate, mais elle forme de petits lits argileux de quelques millimètres d'épaisseur, qui s'étendent dans le conglomérat.

L'analyse de quelques fragments de conglomérat a été faite par M. Buisine, professeur de chimie à la Faculté ; elle lui a donné les nombres suivants :

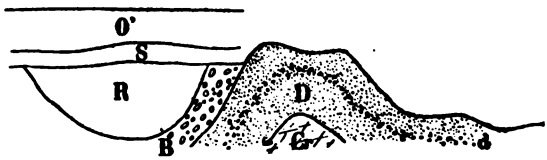
Phosphate tribasique de chaux	81.18
Carbonate de Chaux. . . .	12.85
Argile et sable	5.27
	99.30

Dans d'autres échantillons la partie insoluble dans les acides s'élevait à 7 °/₀.

Dans une autre partie du même chantier (fig. 3) ; il n'y avait plus de conglomérat à la base du sable ; mais à l'intérieur de celui-ci on remarquait une ligne de concrétions et de débris de fossiles, et dans l'intérieur du sable, il y avait de petites concrétions.

Fig. 3.

Coupe prise dans le chantier Rouzé à Buire

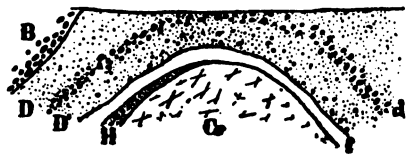


O'. Limon avec silex éclatés 0m,80
S. Limon argileux avec petits silex et galets 0m,15
R. Limon sableux stratifié avec silex brisés . 1m,00
B. Limon argileux rouge (bief) avec silex . 0m,30
D. Sable phosphaté.
d. Ligne de fossiles et de concrétions.
Cr. Craie.

Un peu plus loin (fig. 4) le sable phosphaté est également divisé en deux couches par une ligne de concrétions ; mais celles-ci sont beaucoup plus grosses. Il est lui-même rempli de concrétions, surtout dans la couche inférieure, où les grains de phosphate sont plus gros. Les 40 centimètres inférieurs constituent un conglomérat formé de concrétions

Fig. 4.

Coupe prise dans le chantier Rouzé à Buire



B. Bief à silex.
D. Sable phosphaté avec petite concrétion 1m,00
d. Lit de grosses concrétions phosphatées. 0m.20
D'. Sable phosphaté plus gros avec concrétions plus nombreuses. 1m,20
f. Conglomérat phosphaté argileux . . . 0m,20
H. Couche lenticulaire de sable jaune sur 0m,80 de long 0m,04

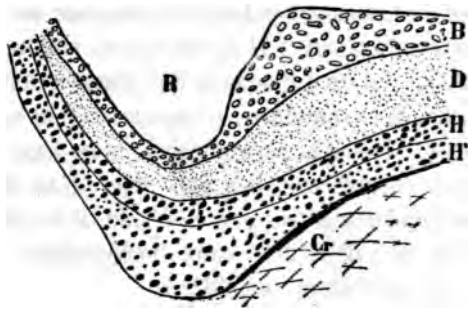
phosphatées dans de l'argile brun noir. Enfin il y avait à la surface de la craie une petite lentille de sable jaune épaisse de 0m04, et longue de 0m80.

Dans le chantier Castex, le conglomérat est divisé en deux couches ; la couche supérieure est gris verdâtre, colorée probablement par un peu d'argile ; la couche inférieure qui est simplement grise, contient plusieurs lignes noires d'apparence charbonneuse, mais probablement dues à de l'argile noire. Enfin sur la craie qui constitue les parois de

la poche, il y a une couche d'argile plastique noire comme celle que l'on trouve généralement entre les terrains tertiaires et la craie. Le conglomérat est plus épais au fond de la poche que sur les bords (fig 5).

Fig. 5.

Coupe prise dans le chantier Casteæ à Buire



R. Limon sableux.
B. Bief rouge avec silex. 0m,50
D. Sable phosphaté 2m,00
H. Conglomérat gris verdâtre. 0m,40
H'. Conglomérat gris avec lignes noires 0m,40 à 2m,00
n. Couche d'argile plastique noire. 0m,005

Enfin dans une poche voisine tout le conglomérat, d'une couleur assez uniforme gris foncé, présente dans le bas une petite veine d argile presque pure.

La manière la plus simple d'expliquer ces différents faits est de supposer que le conglomérat phosphaté est le résultat d'un remaniement des couches de craie phosphatée avant l'époque tertiaire. Mais cette explication, que je suis tout disposé à adopter, est tellement en opposition avec les idées généralement admises, qu'il faut se demander si ces dernières ne peuvent pas s'appliquer à la formation du conglomérat phosphaté de Buire.

On pourrait supposer que la craie, qui contenait les concrétions de phosphate de chaux à Buire, était aussi très argileuse et que l'argile contenue dans le conglomérat est un résidu de sa dissolution. Il resterait cependant à expliquer comment cette argile est parfois parfaitement stratifiée au milieu du conglomérat.

Puis le conglomérat n'est pas formé uniquement de concrétions phosphatées. Quand on le traite pour un acide, il y a une vive effervescence et on obtient un résidu argileux important. A l'œil on y reconnait des concrétions d'aspect différent. Les unes sont dures, compactes et font lentement effervescence; d'autres au contraire, plus légères, produisent une effervescence des plus vive et se dissolvent rapidement en laissant très peu de résidu. Il est difficile de comprendre comment des eaux météoriques auraient respecté ces dernières concrétions.

Je ne tiens pas compte de la petite couche de sable jaune que j'ai observé au chantier Rouzé. Le fait est trop exceptionnel et il n'était visible que sur un faible espace. On pourrait admettre que le sable a pénétré par une fente et est venu se loger dans une cavité entre la craie et le conglomérat. N'en serait-il pas de même de l'argile qui imprégne le conglomérat ?

Ce sont des questions que je me suis posées sans pouvoir les résoudre. Quoiqu'il en soit, j'ai pensé intéressant de communiquer ces faits à la Société, laissant à des observations ultérieures le soin de leur donner une explication.

M. **Ladrière** entretient la Société de ses études sur le terrain quaternaire aux environs de Rouen et dans le Pays de Caux.

M. **Roussel** envoie la note suivante :

*Liste des principales espèces d'***Echinides** *des deux couches à Echinanthus de l'Eocène inférieur des* **Pyrénées**, par M. **Joseph Roussel**

J'ai déjà fait connaître qu'on retrouve presque partout, dans les Pyrénées, une couche à *Echinanthus* interposée dans la partie moyenne de l'Étage à *Micraster tercensis*, et, au-dessus, une nouvelle couche à *Echinanthus* qu'on a rattachée à l'Éocène et qui est séparée de la première par une assise à *Micraster* de cent mètres d'épaisseur.

C'est au niveau supérieur qu'appartiennent les espèces suivantes recueillies par moi :

Echinanthus	*scutella*,	Desor.
Id.	*Heberti*,	Cotteau.
Id.	*carinatus*	Id.
Id.	*Pouechi*	Id.
Id.	*subrotundus*	Id.
Id.	*arizensis*	Id.
Id.	*latus ?*	Id.
Id.	*Rousseli*	Id.
Id.	*ataxensis*	Id.
Id.	*rayssacensis*	Id.
Id.	*gracilis*	Id.
Oriolampas	*Michelini*,	Munier-Chalmas.
Conoclypeus	*pyrenaicus*,	Cotteau

M. Cotteau a décrit, en outre, dans la Paléontologie française, l'*Echinanthus pyrenaicus* et l'*Echinanthus Archiaci*, de la collection de l'abbé Pouech, qui appartiennent probablement à ce niveau.

Les *Echinanthus* de l'horizon inférieur sont renfermés, le plus souvent, dans un calcaire à miliolites très dur, dont on ne peut les extraire en bon état de conservation. Cependant, j'en avais déjà colligé quelques exemplaires, lorsque,

récemment, avec le concours de M. Pégot, j'ai pu en recueillir un assez grand nombre. Je les ai étudiés, en m'aidant des conseils de M. Cotteau, des descriptions de la paléontologie française, et des types, dont la plupart existent dans la collection de M. Cotteau ou dans la mienne.

Ces *Echinanthus* se rapportent aux espèces suivantes :

Echinanthus Heberti, Cotteau, 1888.
Paléontologie française, terrains tertiaires, tome 1, page 609, pl. 189 et 190.

Le type de cette espèce provient de Biholoup (Ariège). Elle est reconnaissable à sa forme subcirculaire ou subpentagonale, à sa face supérieure très déprimée et pourvue en arrière d'une carène atténuée ; à sa face inférieure plane, à ses aires ambulacraires étroites, à ses zones porifères médiocrement développées.

Je l'ai recueillie à Biholoup, à la Souleillane, à Tourtouse et à Roquefixade dans la couche inférieure, et à Cérisols, dans la supérieure.

Echinanthus carinatus, Cotteau, 1888.
Loc cit. page 607, pl. 188 et 189.

Espèce dont la face supérieure est renflée en avant et carénée en arrière ; les aires ambulacraires et les zones porifères sont étroites ; le sommet ambulacraire est très excentrique en avant, et le périprocte, supramarginal.

Je l'ai recueillie à la Souleillane, dans la couche inférieure et à Cérisols, dans la supérieure.

Echinanthus Pouechi, Cotteau, 1863.
Loc. cit., page 590, pl. 175 et 176.

Deux exemplaires, trouvés dans la couche inférieure, l'un à la Souleillane et l'autre à Biholoup : le premier se rapporte très exactement au type figuré pl. 176 ; l'autre est plus déprimé et plus rétréci en avant.

Echinanthus ataxensis, Cotteau, 1863.
Loc., cit., page 601, pl. 185 et 186.

Cette espèce est commune dans la couche supérieure, mais très rare dans la couche inférieure où j'en ai trouvé cependant deux exemplaires à la Souleillane.

Echinanthus rayssacensis, Cotteau, 1863.
Loc. cit., page 604, pl. 186 et 187.

Espèce aussi commune dans la couche inférieure que dans la supérieure, où elle existe dans tous les gisements.

Echinanthus gracilis, Cotteau. 1888.
Loc. cit., page 616, pl. 193.

Les deux exemplaires qui ont servi de type à cette importante espèce, proviennent de Mancioux et appartiennent à ma collection. Comme ces exemplaires sont déformés et incomplets, les figures n'en donnent qu'une idée imparfaite. La description doit être modifiée ainsi qu'il suit :

Espèce subcirculaire, un peu plus longue que large, arrondie et un peu rétrécie en avant, subrostrée en arrière. Face supérieure subcarénée en arrière et un peu renflée dans la plupart des exemplaires, mais déprimée dans quelques-uns. Face inférieure plane, subpulvinée sur les bords, un peu excavée autour du péristome. Sommet ambulacraire exentrique en avant. Aires ambulacraires pétaloïdes, grêles dans certains exemplaires, souvent un peu élargies, allongées, très ouvertes à leur extrémité ; les postérieures sensiblement plus longues que les autres, l impaire plus grêle, plus droite, plus ouverte. Zones porifères étroites, quelque peu élargies formées de pores petits, inégaux, les internes arrondis, les externes allongés, unis par un sillon, disposés par paires obliques, au nombre de cinquante-deux ou cinquante-trois dans l'aire ambulacraire impaire, de cinquante-cinq ou cinquante-six dans les aires paires anté-

rieures et de soixante-deux ou soixante-trois dans les aires paires postérieures ; dans chacune des aires, les zones porifères sont entre elles à peu près d'égale étendue et de même longueur ; dans les aires postérieures, la zone porifére postérieure est. le plus souvent, sensiblement recourbée. Zone interporifère large, légèrement bombée. Tubercules perforés, scrobiculés, petits, serrés, abondants à la face supérieure, un peu plus gros et plus espacés à la face inférieure aux approches du péristome. Péristome excentrique en avant, pentagonal, élargi transversalement et muni d'un floscelle très apparent. Périprocte ovale, largement ouvert, marginal, peu élevé au-dessus du bord et situé à la partie supérieure d'un sillon entamant l'ambitus.

Appareil apical, très distinct, muni de quatre pores génitaux dont les deux antérieurs sont plus rapprochés que les deux autres.

Hauteur 22 millimètres. Diamètre antéro postérieur 48 et dans les exemplaires les plus longs 53 millimètres. Diamètre transversal 45 et dans les exemplaires les plus larges 50 millimètres.

Cette espèce ne peut être confondue qu'avec l'*Echinanthus rayssacensis* qui existe dans les mêmes gisements, mais qui en diffère par sa face supérieure plus renflée et son périprocte moins allongé et toujours situé beaucoup plus haut au-dessus de l'ambitus.

J'ai recueilli l'*Echinanthus gracilis* à Mancioux (Haute-Garonne), à Biholoup, à la Souleillane, à Cérisols et à Janjanou (Ariège). A Mancioux, à Biholoup et à la Souleillane, il est dans la couche à *Echinanthus* inférieure, où il est commun ; à Janjanou et à Cérisols, il est dans la supérieure, où il est rare.

L'étude qui précède nous montre que sur six espèces d'*Echinanthus* toutes bien caractérisées, recueillies jusqu'à

ce jour dans la couche inférieure, il n'en est pas une seule qu'on ne retrouve dans la supérieure Le *Conoclypeus pyrenaicus* de celle-ci n'y a pas été rencontré. Mais M. Péron et M. Cotteau y ont signalé, à Ausseing, l'*Oriolampas Michelini*, et moi j'y ai trouvé le *Strictechinus Pouechi*, à la Souleillane et à Vivès.

Leymerie avait reconnu que dans l'important étage à *Micraster tercensis*, on trouve, outre le *Micraster tercensis*, l'*Hemiaster nasutulus* et l'*Echinocorys semiglobus*, qui sont des espèces crétacées, des cérithes, des natices et autres gastéropodes tertiaires. J'y avais déjà signalé, moi-même, l'*Ostrea uncifera*, l'un des fossiles les plus importants de l'Eocène inférieur, et je viens de montrer qu'on y rencontre aussi la plupart des *Echinanthus* de ce dernier terrain.

M. **Gosselet** signale à la Société l'intérêt de la note de de M. Roussel. Il y a plusieurs années déjà, M. Roussel avait montré qu'il y a dans les Pyrénées des couches qui contiennent à la fois des fossiles crétacés et des fossiles tertiaires. Les Oursins particulièrement étaient crétacés, tandis que les gastéropodes sont tertiaires. La nouvelle note a pour but de signaler que le genre d'oursin *Echinanthus* considéré comme tertiaire vivait aussi à cette époque. Non seulement ces observations sont importantes parce qu'elles montrent le passage insensible du terrain crétacé aux terrains tertiaires, mais elles nous intéressent d'une manière toute spéciale, car elles rappellent ce que l'on connaît du Tuffeau de Cyply. Depuis les études si précises de MM. Rutot et Van den Brœck ; on sait que les Gastéropodes et les Lamellibranches y sont tertiaires, tandis que les oursins, les brachiopodes et les bryozoaires sont crétacés.

M. **Binet** annonce qu'un sondage fait à Croix a atteint le calcaire carbonifère.

Séance du 1er Février 1893

M. **Ladrière**, président sortant, remercie la Société et installe le nouveau bureau.

M. **Binet**, président pour 1893, adresse à M. Ladrière les remerciements de la Société.

On procède à la nomination des diverses commissions :

Commission des Finances : MM. Cuvelier, Delcroix, Meyer.

Commission de la Bibliothèque : MM. Angellier, Malaquin, Meyer.

Commission de la Librairie : MM. Boussemaer, Lecocq, Plus.

M. Parent présente les notes suivantes :

Notes diverses sur le **Terrain crétacé** *du Nord,*

par M. **H. Parent.**

L'âge du tun de Lezennes

La couche de phosphate de chaux, située sous la craie grise de Lezennes, a fourni de nombreux fossiles, étudiés en 1889 (1) par M. Cayeux; ce sont pour la plupart des formes qui caractérisent la zone à *Micraster breviporus ;* avec cet oursin, qui est très abondant, M. Cayeux a cité plusieurs espèces d'*Echinoconus*, se trouvant d'ordinaire à un niveau plus élevé.

(1) Cayeux (La faune du tun) : Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XVI, p. 123.

Depuis lors, j'ai eu l'occasion de retrouver les mêmes espèces et en très grand nombre.

On pouvait donc croire l'âge du 1er tun bien défini, mais des recherches faites dans un puits, ouvert au mois d'octobre dernier, ont modifié les idées émises jusqu'ici.

Ce puits, qui se trouve entre le village de Lezennes et la station d'Hellemmes, m'a donné les fossiles suivants, provenant du 1er tun :

	Nombre des Échantillons.
Micraster cor testudinarium, Agassiz	7
Id. *breviporus*, Agassiz.	4
Ananchytes ovata, Cotteau	1
Id. *gibba*, Cotteau	3
Echinoconus conicus, Breyn	2
Id. *subconicus*	4
Id. *Lezennensis*, Parent.	6
Id. *subrotundus*, Mantell	2
Cidaris sceptrifera, Mantell	1
Terebratula semiglobosa, Sowerby	22
Id. Id. *var bulla*, Sowerby .	2
Rhynchonella plicatilis, Sowerby	3
Spondylus spinosus, Deshayes	3
Id. *striatus*, Goldfuss	3
Inoceramus inœquivalvis, Schluter	4
Id. *undulatus*, Mantell.	5
Id. *Mantelli*, de Mercy.	(nombreux fragments)
Venus subparva, d'Orbigny	3
Cardium	1
Cyprina	1
Janira quinquecostata, d'Orbigny.	1
Plicatula.	1
Ostrea lateralis, Nillson	3
Ostrea hippopodium, Nilson	2
Trochus Basteroti, Brongniart	1
Pleurotomaria.	2
Ventriculites	2
Polypiers.	3

La faune est ici différente de celle qui a été observée dans les carrières de Lezennes et les fossiles qui caractérisent la zone à *Micraster cor testudinarium* ont le dessus sur les autres ; cependant les deux gisements ne sont éloignés que de quelques centaines de mètres ; au premier abord, ce fait paraît incompréhensible, mais, en examinant les fossiles de plus près, on arrive à une solution satisfaisante.

M. Cayeux a montré que presque tous les fossiles qu'il avait trouvés dans le 1er tun étaient roulés, à l'exception de certains *Echinoconus* et du *Micraster cor testudinarium*, dont il n'avait recueilli qu'un seul échantillon.

J'ai retrouvé le même fait chez les espèces citées plus haut ; certaines ont perdu leur test et portent des traces d'usure bien visibles (le *Micraster breviporus* est particulièrement atteint ; il est à l'état de moule, souvent perforé et couvert de serpules ou de spondyles) ; mais un certain nombre de ces espèces possèdent leur test et sont intactes ; ce sont surtout : *Ananchytes ovata*, *Ananchytes gibba*, *Micraster cor testudinarium*, *Echinoconus* ; tous ces oursins sont le plus souvent remplis de phosphate de chaux.

Voici la liste comparée des espèces remaniées et des espèces en place :

ÉCHANTILLONS REMANIÉS	ÉCHANTILLONS NON ROULÉS
Micraster breviporus	*Micraster cor testudinarium*
Echinoconus subrotundus	*Ananchytes ovata.*
Terebratula semiglobosa (en partie)	Id. *gibba.*
Spondylus striatus	*Echinoconus conicus.*
Id. *spinosus* (en partie)	Id *Lezennensis.*
Inoceramus inœquivalvis	*Cidaris sceptrifera.*
Id. *undulatus*	*Terebratula semiglobosa* (en partie)
Trochus Basteroti.	*Terebratula semiglobosa* var. *bulla.*
Pleurotomaria.	

Cardium.
Cyprina.
Ventriculites.
Polypiers.

Rhynchonella plicatilis.
Spondylus spinosus (en partie).
Venus subparva.
Janira quinquecostata.
Plicatula.
Ostrea lateralis.
Id. *hippopodium.*

J'ai en outre trouvé un échantillon d'*Ananchytes gibba* et un *Micraster cor testudinarium* roulés ; les fragments d'*Inoceramus Mantelli* sont abondants.

Cette liste nous montre donc que le mélange des deux faunes dans le tun de Lezennes n'est qu'apparent ; c'est le résultat d'un remaniement de la partie supérieure de la craie à *Micraster breviporus* à l'époque où vivait le *Micraster cor testudinarium*.

Le phosphate de chaux a dû se former aussi bien pendant le dépôt des couches à *M. breviporus* qu'à l'époque de la craie à *Micraster cor testudinarium ;* il entoure ou remplit les fossiles des deux âges ; de plus, il se montre souvent à l'état de nodules roulés, disséminés dans toute la couche : par exemple, les moules en phosphate de chaux de *Micraster breviporus.*

Note sur les couches inférieures au 1er tun et sur la craie grise de Lezennes

Au mois de mai dernier, des travaux ont été exécutés par le Génie, à Lezennes, pour l'établissement d'une cartoucherie; une grande excavation a été faite et a permis de voir à ciel ouvert toutes les couches de craie jusqu'au

1er tun. De plus, des puits ont été creusés et ont traversé les couches inférieures jusqu'au 3me tun.

La craie grise qui surmonte le 1er tun a ici peu d'épaisseur; elle passe insensiblement à la craie blanche par la perte de la glauconie ; on peut lui donner environ 2 mètres d'épaisseur ; j'ai trouvé dans cette craie grise :

Micraster cor testudinarium.
Ananchytes ovata.
Cidaris sceptrifera.
Terebratula semiglobosa.
Spondylus spinosus.
Inoceramus Brongniarti.
Id. Mantelli.
Ostrea lateralis.
Id. hippopodium.

C'est bien la faune de la craie à *Micraster cor testudinarium*; les fossiles de la craie blanche indiquent la zone à *Inoceramus involutus.*

Les deux bancs inférieurs de phosphate sont très peu fossilifères; mais les couches qui les séparent sont un peu plus riches; elles m'ont donné :

Beryx.
Pecten membranaceus.
Plicatula,
Ostrea hippopodium.
Id. lateralis.
Rynchonella plicatilis.
Id. Cuvieri.

Les petites huîtres sont très abondantes, ainsi que les débris de poissons que l'on peut rapporter au genre Beryx.

La craie qui contient ces fossiles est glauconieuse; elle est grossière, rugueuse et contient, d'après M. Cayeux, de

nombreux grains de quartz ; on y trouve de petits nodules de phosphate de chaux, complètement arrondis.

La liste des fossiles que je donne est bien incomplète ; cependant, comme ces couches sont situées entre la craie à cornus et le 1er tun qui contient des fossiles remaniés de la zone à *Micraster breviporus*, on doit les rapporter à cette dernière assise.

Il y a ici deux faits singuliers qui se présentent à l'observateur :

1° On se demande d'où peuvent provenir les fossiles remaniés, si abondants dans le 1er tun, puisque la craie qui le supporte est presque sans fossiles ; les oursins, par exemple, y manquent complètement ; il faut sans doute admettre un remaniement complet, sur place, de la couche qui a formé le 1er tun.

2° Le peu d'épaisseur de la zone à *Micraster cor testudinarium* (2 m. 50 avec le 1er tun), ne peut s'expliquer que par l'approche d'un rivage ; une couche de nodules que l'on trouve 1 m. au-dessus du tun semble l'indiquer (ces nodules sont roulés et paraissent provenir de la couche sous-jacente, ils forment une couche de 0,10 cent.) ; de plus, j'ai recueilli en ce point, en quelques minutes, cinq petits galets de quarzite, qui semblent abondants à ce niveau.

La coupe des terrains crétacés traversés à la cartoucherie est la suivante :

Craie blanche	6m	Zone à *I. involutus*.
Craie grise avec lit de nodules de 0m10	2m	Zone à *M. cor testudinarium*.
1er tun	0m50	
Craie grossière, glauconieuse. . .	1m50	Zone à *M. breviporus* (partie supérieure)
2e tun	0m40	
Craie glauconieuse	0m30	
3 tun		

Note sur la craie de Roisel

La craie grise du Cambrésis appartient à la zone à *Micraster breviporus*, comme l'a montré tout récemment M. Cayeux (1); partout cet oursin est abondant et bien caractéristique, sauf en un point, à Roisel, où il est remplacé par une forme qui a été rapprochée avec doute du *Micraster cor testudinarium*.

J'ai comparé cet oursin, qui est répandu abondamment dans la craie grise de Roisel, avec les nouveaux types spécifiques de M. Gauthier (2), et j'ai été frappé de sa ressemblance avec le *Micraster Beonensis*, qui se trouve dans l'Yonne exactement au même niveau, à la partie supérieure de la craie à *Micraster breviporus*, avec le *Micraster cor bovis*.

M. Gauthier, à qui je l'ai envoyé en communication, lui trouve de nombreux rapports avec le *Micraster Beonensis* ; suivant lui, l'oursin de Roisel a un aspect un peu plus allongé, plus rétréci en arrière; si on trouvait les deux types ensemble, ajoute M. Gauthier, on passerait sur les petites différences qu'ils présentent ; ces différences, d'ailleurs, ne se retrouvent plus sur d'autres échantillons, qui ressemblent complètement au *Micraster Beonensis*.

Ainsi donc, le *Micraster Beonensis* paraît être représenté dans le Nord ; il n'existe pas entre notre région et l'Yonne ; mais ce n'est pas le seul fait connu d'une localisation de ce genre; M. Cayeux a dernièrement signalé (3) la présence

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XVII (1889-90), p. 105.

(2) Bull. Soc. des Sc. hist. et nat. de l'Yonne, 41e volume.

(3) Cayeux : *op. cit.* p. 115.

de la *Lima plicatilis* et de la *Lima Lamberti* dans le Nord, fossilles qui n'étaient connus que dans le Sud du bassin parisien.

M. Charles Janet m'a envoyé, au mois de septembre dernier, en communication, un oursin trouvé dans la craie à *Micraster cor testudinarium* des environs de Beauvais; j'y ai reconnu l'espèce que j'avais décrite sous le nom de *Micraster Gauthieri* (1). Cette espèce, qui se trouve bien représentée aux environs de Lille, a été retrouvée près du Cap Blanc-Nez tout à fait au même niveau (2) ; il est curieux de voir l'extension prise par le *Micraster Gauthieri ;* il serait également intéressant de savoir si c'est à la partie supérieure de la zone à *Micraster cor testudinarium*, qu'il a été trouvé dans l'Oise, comme dans le Nord et le Pas-de-Calais.

La craie d'Estrée-Blanche (P.-de-C.)

M. Gosselet m'avait signalé la présence d'une faune mélangée à Estrée-Blanche, à la base de la craie à *Micraster cor testudinarium.*

J'ai visité, au mois d'août dernier, les crayères de cette localité ; on y observe une craie tendre, marneuse, contenant de nombreux silex noirs disposés en lits.

Dans les carrières situées au fond de la vallée et à mi-côte, j'ai trouvé :

1 *Micraster breviporus*, Ag. (abondant).
2 Id. *cor testudinarium*, Ag. (abondant).
3 Id. *Normanniæ*, Bucaille (Id.).
4 Id. *cor bovis* (var. large à ambulacres profonds, de très grande taille, rare).

(1) Parent : Annales, Soc. Géol. du Nord, T. XX, page 10.
(2) Parent : Soc. Géol. du Nord, T. XX, p. 322.

5 *Echinocorys ovatus*, Cott. (abondant).
6 *Holaster planus*, Ag. (Id.).
7 *Terebratula semiglobosa*, Sow. (abondant).
8 Id. *hibernica*, Tate (Id.) (quelques échantillons sont très grands et larges).
9 *Rhynchonella limbata*, Schl. (abondant).
10 Id. *plicatilis*, Sow. (rare).
11 *Crania parisiensis*, Defr. (rare).
12 *Pecten mambranaceus*, Nils. (abondant).
13 Id. *Dujardini*, d'Orb. (rare).
14 Id. sp. (voisin du *P. cretosus*) (rare).
15 *Janira quadricostata*, d'Orb. (rare).
16 *Spondylus spinosus*, Desh. (abondant).
17 Id. *striatus*, Gold. (Id.)
18 *Lima Hoperi*, Mant. (rare).
19 Id. *Dujardini* Desh. (rare).
20 *Venus subparva*, d'Orb. (rare).
21 *Inoceramus inæquivalvis*, Schl., (abondant).
21 Id. *undulatus*, Mant, (Id.).
23 Id. *aff. Cuvieri* (rare).
24 Id. *Mantelli*, de Mercey (abondant).
25 *Ostrea hippopodium*, Nils. (Id.).
26 Id. *lateralis*, Nils. (Id.).
27 Id. *flabelliformis*, Nils. (rare) (de grande taille).
28 *Bryozoaires*.

Les fossiles sont très abondants dans certains bancs de craie : on trouve parfois des surfaces couvertes de Bryozoaires et de petites coquilles intéressantes : ***Crania parisiensis***, ***Janira quadricostata***, ***Pecten Dujardini***, ***Venus subparva***, etc.

Au sommet des collines qui entourent la ville, on trouve la faune de la zone à ***Micraster cor testudinarium*** dans une craie exploitée dans quelques carrières.

M. Parent présente une Carte des différents niveaux du Terrain Crétacé supérieur, particulièrement du Sénonien, entre Saint-Omer et le Boulonnais.

M. Charles Barrois donne communication de la

Légende de la Feuille de Dinan

(N° 60, de la Carte géologique de France, au 1/8 0000),

par **Charles Barrois.**

Introduction

La feuille de Dinan comprend deux régions distinctes : à l'ouest, terminaison des longues bandes granulitiques de la Bretagne, à apparence laminées, dirigées N.-E. ; à l'est, origine des bandes granitiques moins resserrées de la Normandie, dirigées E.-O. : Cette différence est encore accentuée par la localisation du limon quaternaire, à la moitié orientale de la feuille.

L'ensemble de ces formations constitue un plateau argilo-schisteux, qui s'abaisse uniformément vers le nord où descendent directement toutes les rivières, normalement à la direction des couches ; les dépôts diluviens et récents qui ont comblé peu à peu la Baie du Mont-Saint-Michel jusque vers Châteauneuf, montrent qu'il n'en fut pas toujours ainsi, et que ces cours d'eau suivirent primitivement la direction des couches vers le N.-E., avant de les traverser : ainsi, la Rance passa à l'est de Châteauneuf, avant de couler comme de nos jours, à l'ouest de cette localité, vers Saint-Malo ; elle avait alors pour estuaire la Baie du Mont-Saint-Michel, qu'elle creusa avec ses affluents le Couesnon et la Selune, pour finir par l'envaser et la combler de ses alluvions.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES

Des *dunes* (A) forment des accumulations peu étendues sur les côtes de Fréhel, Rothéneuf, exposées au N.-O.

Argiles et cailloux (a') accumulés sur les rives convexes de la plupart des rivières ; parfois *tourbe*, comme en divers points de la côte à marée basse. L'argile à cailloux qui recouvre le sol vers Dingé, au faîte de partage des bassins de la Manche et de l'Océan, a été rapportée, sans raisons suffisantes, au même âge. Les deux divisions suivantes ont été distinguées dans la Baie du Mont-Saint-Michel :

(a^{2b}) *Alluvions marines du marais de Dol*, formées du IIIe au VIIIe siècles, argiles fines, gris-bleuâtre, calcareuses, avec débris de coquilles marines, exploitées sous le nom de *tangue* pour l'amendement des terres ; des lits de *tourbe* alternent encore avec ces sédiments marins du marais de Dol, d'après M. Sirodot. Cet envahissement marin s'est fait sentir dans les autres vallées de la région, on a trouvé dans la vallée de l'Arguenon, des coquilles marines, dans un puits creusé au Château de l'Argentaie, ainsi qu'en divers points de la vallée de la Rance, jusqu'à La Ville-ès-Nonais.

(a^{2a}) *Alluvions tourbeuses et tourbes* avec troncs d'arbres, atteignant 5^m^ d'épaisseur dans la Baie du Mont-Saint-Michel ; elle est antérieure au IIIe siècle de notre ère, et repose sur une argile grise compacte, calcareuse, sorte de tangue d'origine marine, datant probablement de l'époque du Renne. Des sondages ont montré à Durocher que ces tourbes ne s'étaient pas formées au N. du marais du Mont-Dol, à la latitude de la digue, où on ne rencontre que des sédiments marins ; inversement M. Sirodot a reconnu que la tourbe existait seule, au fond de la baie, à l'ouest de Lillemer et Saint-Guinoux. De cette disposition, on peut conclure, que le marais de Dol est un ancien estuaire de la Rance, à une époque où le seuil granitique de Châteauneuf

n'était pas encore tranché par les eaux de cette rivière au Port-Saint-Hubert et à La Carrée ; elles se rendaient alors en ligne droite, de Dinan à Châteauneuf et au marais de Dol. Les progrès de l'érosion ouvrirent naturellement la brèche de Saint-Hubert, et la Rance se partagea en deux bras : le nouveau bras correspondant à la vallée actuelle coula vers Saint-Malo, allant toujours en s'approfondissant ; l'ancien bras, suivant l'ancienne vallée, devenue trop large pour son nouveau débit, vit son lit se combler lentement par la tourbe, et se transformer graduellement, à mesure que les eaux s'ouvraient une plus large brèche de l'autre côté, en un marais tourbeux, qui s'étendait jusqu'à la mer. Le bras nouveau qui franchit le seuil de Saint-Hubert n'eut pas à creuser toute l'étendue de son cours jusqu'à Saint-Malo ; ses eaux dûrent profiter du lit de la petite rivière qui drainait ce pays, parallèlement à la rivière voisine de Landelle, qui se jette encore de nos jours à l'est de Saint-Malo.

(a^{1b}) Limons jaunes, fins, homogènes, mais à lits distincts, atteignant l'épaisseur de 8 m. et s'élevant plus haut que les alluvions anciennes limitées aux vallées (a^{1a}) ; ils recouvrent les coteaux comme un manteau, dont l'épaisseur est inégale dans la région, sur leurs différents flancs, le versant exposé au nord en portant toujours l'épaisseur maxima. Leur distribution topographique dans la région est sans relation avec l'extension des lambeaux tertiaires conservés, mais présente au contraire une relation évidente avec le bassin hydrographique de la Manche : leur origine paraît ainsi imputable aux boues glaciaires qui encombrèrent la Manche à l'époque interglaciaire ; elles n'ont pas été toutefois déposées par les eaux, sur les coteaux bretons, où leur mode d'accumulation subaérienne est mis en évidence, par les débris de plantes et les grains charbonneux distri-

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES

Des *dunes* (A) forment des accumulations peu étendues sur les côtes de Fréhel, Rothéneuf, exposées au N.-O.

Argiles et cailloux (a^1) accumulés sur les rives convexes de la plupart des rivières ; parfois *tourbe*, comme en divers points de la côte à marée basse. L'argile à cailloux qui recouvre le sol vers Dingé, au faîte de partage des bassins de la Manche et de l'Océan, a été rapportée, sans raisons suffisantes, au même âge. Les deux divisions suivantes ont été distinguées dans la Baie du Mont-Saint-Michel :

(a^{2b}) *Alluvions marines du marais de Dol*, formées du IIIe au VIIIe siècles, argiles fines, gris-bleuâtre, calcareuses, avec débris de coquilles marines, exploitées sous le nom de *tangue* pour l'amendement des terres ; des lits de *tourbe* alternent encore avec ces sédiments marins du marais de Dol, d'après M. Sirodot. Cet envahissement marin s'est fait sentir dans les autres vallées de la région, on a trouvé dans la vallée de l'Arguenon, des coquilles marines, dans un puits creusé au Château de l'Argentaie, ainsi qu'en divers points de la vallée de la Rance, jusqu'à La Ville-ès-Nonais.

(a^{2a}) *Alluvions tourbeuses et tourbes* avec troncs d'arbres, atteignant 5^m d'épaisseur dans la Baie du Mont-Saint-Michel ; elle est antérieure au IIIe siècle de notre ère, et repose sur une argile grise compacte, calcareuse, sorte de tangue d'origine marine, datant probablement de l'époque du Renne. Des sondages ont montré à Durocher que ces tourbes ne s'étaient pas formées au N. du marais du Mont-Dol, à la latitude de la digue, où on ne rencontre que des sédiments marins ; inversement M. Sirodot a reconnu que la tourbe existait seule, au fond de la baie, à l'ouest de Lillemer et Saint-Guinoux. De cette disposition, on peut conclure, que le marais de Dol est un ancien estuaire de la Rance, à une époque où le seuil granitique de Châteauneuf

n'était pas encore tranché par les eaux de cette rivière au Port-Saint-Hubert et à La Carrée ; elles se rendaient alors en ligne droite, de Dinan à Châteauneuf et au marais de Dol. Les progrès de l'érosion ouvrirent naturellement la brèche de Saint-Hubert, et la Rance se partagea en deux bras : le nouveau bras correspondant à la vallée actuelle coula vers Saint-Malo, allant toujours en s'approfondissant ; l'ancien bras, suivant l'ancienne vallée, devenue trop large pour son nouveau débit, vit son lit se combler lentement par la tourbe, et se transformer graduellement, à mesure que les eaux s'ouvraient une plus large brèche de l'autre côté, en un marais tourbeux, qui s'étendait jusqu'à la mer. Le bras nouveau qui franchit le seuil de Saint-Hubert n'eut pas à creuser toute l'étendue de son cours jusqu'à Saint-Malo ; ses eaux dûrent profiter du lit de la petite rivière qui drainait ce pays, parallèlement à la rivière voisine de Landelle, qui se jette encore de nos jours à l'est de Saint-Malo.

(a^{1b}) Limons jaunes, fins, homogènes, mais à lits distincts, atteignant l'épaisseur de 8 m. et s'élevant plus haut que les alluvions anciennes limitées aux vallées (a^{1a}) ; ils recouvrent les coteaux comme un manteau, dont l'épaisseur est inégale dans la région, sur leurs différents flancs, le versant exposé au nord en portant toujours l'épaisseur maxima. Leur distribution topographique dans la région est sans relation avec l'extension des lambeaux tertiaires conservés, mais présente au contraire une relation évidente avec le bassin hydrographique de la Manche : leur origine paraît ainsi imputable aux boues glaciaires qui encombrèrent la Manche à l'époque interglaciaire ; elles n'ont pas été toutefois déposées par les eaux, sur les coteaux bretons, où leur mode d'accumulation subaérienne est mis en évidence, par les débris de plantes et les grains charbonneux distri-

bués en tous sens dans la masse et par les petits cailloutis toujours en relation avec la roche sous-jacente qui s'y trouvent (quarz dans les parties granitiques, schistes dans les régions schisteuses)

L'importance du limon sur cette feuille, réside dans le fait qu'elle nous présente la terminaison vers l'ouest, de la grande masse limoneuse du bassin parisien ; au-delà, le limon est limité à une étroite bordure littorale, restreinte aux baies de la côte septentrionale de Bretagne et manquant sur la côte bretonne de l'Atlantique.

(a^{1a}) *Alluvions anciennes* : Sable grossier souvent ferrugineux, nettement fluviatile, à stratification entrecroisée et à éléments roulés, appartenant à toutes les variétés de roches des bassins hydrographiques des cours d'eau. Ils s'élèvent jusqu'à l'altitude de 55 m. au-dessus du niveau actuel dans la vallée du Couesnon, de 40 m. dans la vallée de la Rance près d'Evran, où ils sont associés à des argiles brun-rougeâtre, qui ont fourni au Quiou, *Elephas primigenius*.

Nous réunissons ici deux formations d'origine et peut-être d'âge différent : le diluvium des vallées, qui précède, et le diluvium des plages soulevées. On observe ces plages, dans l'anse de Saint-Cast, à la Pointe Muret, aux Ecarets, où elles s'élèvent jusqu'à 5 à 6 m. d'altitude, dans la baie de Mont-Saint-Michel, où elles arrivent à 12 m. au-dessus du niveau moyen actuel, et où elles ont fourni à M. Sirodot 800 dents d'*Elephas primigenius*.

(p^b) *Sables rouges*, atteignant 15 m. d'épaisseur, avec bancs de graviers de quarz, parfois agglutinés par de l'oxyde de fer. Ils recouvrent les faluns de Saint-Juvat, mais les dépassent transgressivement, à Saint-Juvat même, où ils reposent directement sur les schistes du x.

(m^3) *Faluns de Saint-Juvat*, synchroniques de ceux de l'Anjou, formant à des altitudes pouvant atteindre 95 m.

des lambeaux discontinus, dont l'épaisseur est inférieure à 8 m. : *Mastodon angustidens, Ostrea crassissima* (Miocène moyen).

(d^1) *Les grès de Gahard*, alternant avec lits schisteux sont représentés dans le coin S. O. de la feuille.

(s^2) *Les schistes d'Angers* ont été autrefois exploités comme ardoises dans le S. O. de la feuille.

(s^{1b}) *Le grès armoricain* parait représenté au N. de la ligne ardoisière précitée, par des blocs de quarzite siliceux alignés, masqués par des éboulis.

(s^1) *Grès feldspathique et poudingues d'Erquy* : Grès feldspathique de couleur rose, à gros grains, épais de 400 mètres, en couches peu inclinées, activement exploité pour pavés et identiques aux grès feldspathiques de Normandie ; ils alternent avec lits plus grossiers passant à l'arkose et avec lits plus fins passant au schiste rouge. Ils présentent vers la base plusieurs lits de poudingue à galets de quarzite noir, blanc, rose. Ces grès sont formés aux dépens des quarzites précambriens et des syénites (γ, x^ε).

(s^{1a}) *Poudingues pourprés de Fréhel*, épais de 30 mètres, discordants sur les étages inférieurs, et renfermant des galets de quarz blanc, quarzite gris et rose, phtanite noir et de toutes les roches diabasiques de l'étage des cornes ($x^{1b}\varepsilon$). Il repose à Fréhel sur la syénite, transformée au contact, par dynamométamorphisme, en schiste pourpré, oligistifère.

($x^{1b}\varepsilon$). *Schistes cornés amphiboliques* : Etage complexe, formé de schistes verts dominants, à actinote, épidote, chlorite, alternant avec cornes vertes compactes (schistes pyroxéniques), résultant de transformations de roches massives, basiques, et qui alternent avec schistes argileux gris et grauwackes subordonnés. De nombreuses roches basiques sont associées aux précédentes, sous forme de lits de tufs, brèches, ou coulées interstratifiées, et présen-

tant une composition qui varie depuis l'épidiorite (diabases ouralitisées) jusqu'aux porphyrites à pyroxène, brèches porphyritiques, et même aux péridotites (Villetéhard en la Bouillie). Certaines porphyrites microlitiques sont à structure homogène, et passent à des diabases ouralitisées à grain très fin, exceptionnellement elles deviennent variolitiques ; elles sont parfois associées à des schistes pourprés, résultant de leur décomposition. Cette série, analogue à celle du Trégorrois, appartient à l'étage des schistes et poudingues de Gourin (x^b), dont elle nous offre un épisode éruptif local.

(x^a) *Les Phyllades de Saint-Lô* comprennent des schistes gris-bleuâtre plus ou moins satinés, alternant avec bancs de grauwacke feldspathique grisâtre. Ils forment trois zones sur cette feuille : la première, dirigée du S.-O. au N.-E. de Plédran à la Baie de la Fresnaye, présente un beau développement de quarzites et phtanites charbonneux, interstratifiés, en lits de quelques mètres (Gr.) (1). La deuxième zone, de Jugon à Cancale, formée de schistes argileux bleuâtres, souvent micacés, avec lits de grauwacke souvent quarziteux, micacés, ne présente qu'exceptionnellement des lits siliceux graphitiques. La troisième zone, de Plénée-Jugon à Dol et à Bazouges-la-Pérouse, formée de schistes bleus et grauwackes grises, souvent rendus tachetés, noueux, par l'influence des massifs granitiques de cette région ; on n'y observe plus de quarzite graphitique.

Terrains éruptifs et métamorphiques

(ε^5) *Diabase* à structure ophitique, formée de microlithes de labrador, ou de petits cristaux de labrador, avec grilles de fer titané, moulés par des plages de pyroxène diallagi-

(1) Cette bande est la continuation de celle de Coutances à Saint-Lô, où l'on retrouve les mêmes lits de phtanite, exploités, (Lande de la Varde, Courcy, Belval).

sant ; parfois elle présente en outre, mica noir et exceptionnellement de grands cristaux porphyroïdes d'anorthite (Ville-Guillaume en Combourg). Elle forme comme sur la feuille voisine d'Avranches, des filons de plusieurs kilomètres de longueur, épais de 1 à 10 mètres, qui traversent toutes les formations paléozoïques de la région, y compris les massifs granulitiques, postérieurs au carbonifère, mais antérieurs au houillier.

Ces filons de diabase, recherchés pour l'entretien des routes, sur toute la feuille, sont souvent jalonnés à l'intérieur du pays, tantôt par des moulins à vent, ou par des lignes de sources, ou dans les champs par les plus belles rangées de pommiers ; dans les falaises de la côte, ils déterminent des couloirs à murs verticaux, où s'engouffre la mer. Ces filons sont toujours plus ou moins altérés dans les affleurements superficiels, leur altération étant toujours plus avancée dans les encaissements schisteux que dans les granitiques ; ils donnent habituellement naissance par leur altération à une argile brun-rougeâtre, fertile, et dans les schistes imperméables, à des poches de minerai de fer, autrefois recherchés pour l'exploitation.

Ces dykes de diabase, à caractères uniformes peu variés, donnent à cette feuille un caractère propre. Le nombre en est infiniment plus grand en réalité, que nous ne l'avons indiqué sur la carte de cette région, cultivée et très pauvre en affleurements, mais il est cependant suffisant pour prouver que, ces cheminées volcaniques ont dû recouvrir le pays, à l'époque houillère, de coulées continues de diabase, rappelant le basalte de nos plateaux d'Auvergne. Or, il n'est resté aucun témoin, de cette nappe d'épanchement diabasique.

L'ablation complète par dénudation, de tous les produits superficiels de cette émission, nous donne une notion sur

l'état orographique de la région au moment des éruptions. Cette contrée devait être une plaine ou un plateau peu découpé, où les coulées ont pu s'étaler en une nappe étendue, au lieu de s'accumuler dans des vallées ou dépressions préexistantes du sol, réservoirs qui nous auraient été conservés en quelque point, sous forme de culots massifs irréguliers. De ce fait, dérive l'une des conclusions suivantes : ou le sol précambrien n'a pas été découpé profondément par les dénudations subaériennes, antérieurement à l'époque des éruptions carbonifères, ou bien, ces dénivellations ont été antérieurement rasées par une invasion marine, qui n'aurait point laissé d'autre trace de son passage : ces deux hypothèses, dont la seconde paraît seule admissible, sont également en désaccord avec l'idée généralement reçue, d'après laquelle ces massifs précambriens de la Bretagne formaient des continents et des rivages diversement découpés pendant les époques paléozoïques, depuis le cambrien jusqu'au carbonifère.

Les mouvements du sol qui depuis ont relevé et ridé les bassins houillers de la Bretagne, ont fait aussi subir leur influence aux dykes verticaux de diabase de la feuille de Dinan ; ils sont souvent versés, et présentent un pendage dominant à l'ouest.

(γ^1) *La granulite* forme des venues parallèles aux plis du terrain précambrien, qui étaient donc déjà redressés et plissés à l'époque de la venue granulitique : son gisement correspond aux lignes anticlinales de la feuille, suivant lesquelles elle s'aligne en trois bandes principales : 1° Bande granulitique de Saint-Cast à Lamballe ($\gamma^1 x$), 2° Bande de Saint-Malo ($\gamma^1 \zeta^1$) ; 3° Bande de Dinan, qui présente des caractères divers sur les différentes portions de son parcours ($\gamma^1 x - \gamma^1 - \gamma^1 \zeta^2 - \gamma^1 \zeta_2 \gamma, - \gamma^1 x$) et montre seule ,aux environs de Bobital, un massif grenu à 2 micas, à grain moyen, de

couleur blanche, la muscovite et la tourmaline y sont parfois très répandues, les variétés pegmatiques rares. On observe en outre dans la région divers autres massifs granulitiques de peu d'étendue (Mont-Dol, Yvignac), ainsi que des dykes aplitiques, rapportés sur les anciennes cartes, à la microgranulite.

(γ^1x). *La granulite feuilletée* présente un aspect typique dans les schistes précambriens, on l'y peut souvent distinguer de $\gamma^1\zeta^2$ parce qu'elle a une structure fibreuse, schisteuse, au lieu d'avoir une structure lenticulaire : elle se prête mieux par suite à la division en dalles et est préférée à celle-ci, pour les moëllons de construction. Cette granulite feuilletée a conservé l'allure régulière et le plongement des schistes : son injection a donc été tranquille comme une lente imbibition, produite en profondeur, sous la pression de couches encaissantes, qui n'ont pas cédé. Les différences de caractères du γ^1x et du $\gamma^1\zeta^2$ injectés par un même magma, sont attribuables d'une part, aux différences lithologiques des roches pénétrées, et en outre à ce que la granulite avait déjà traversé la partie inférieure ζ^2 avant de pénétrer la partie supérieure x. Ces schistes feldspathisés offrent ainsi parfois tous les caractères des gneiss anciens, mais on y reconnaît toujours des lits alternants de schiste micacé qui ont échappé à la gneissification, et de schistes francs où se sont développés des cristaux glanduleux isolés de quarz ou de feldspath. On en distingue plusieurs bandes sur la feuille : 1° Bande de Saint-Cast, continue vers Hénan-Bihen et Lamballe, 2° Bande de Plancoet qui ne se distingue du $\gamma^1\zeta^2$ que par les lits interstratifiés du quarzite graphitique, 3° Bande de Plénée-Jugon, 4° Bande de Chateauneuf : ces deux dernières bandes montrent de puissantes alternances de schistes.

($\gamma^1\zeta^2$) *La granulite feuilletée* passant aux gneiss granuli-

tiques, forme deux puissants massifs : celui de Saint-Malo et celui de Dinan. Dans le premier, magnifiquement exposé dans les falaises, et remarquablement uniforme dans son ensemble, l'injection a été si intime que les micaschistes et gneiss sont réduits à l'état de débris, parfois anguleux, brèchoïdes (Rothéneuf, Pointe du Décollé, Saint-Briac, La Vicomté), plus souvent à l'état de tissus discontinus, riches en deux micas, sillimanite et tourmaline; ces tissus donnent à la granulite une structure entrelacée, où des membranes micacées, ondulées, séparent des nappes lenticulaires de granulite grenue, empilées les unes sur les autres, comme les briques d'un mur : c'est ce niveau de la formation cristallophyllienne, que la granulite paraît avoir imprégné de préférence.

($\gamma^1\zeta^2\gamma_1$) *La granulite granitique feuilletée* de Dinan passe également au gneiss granulitique avec débris et tissus de mica noir, rappelant l'existence du ζ^2 et le mélange de ces micaschistes à la granulite. Toutefois ces roches ne sont pas identiques à celles du massif de Saint-Malo ($\gamma^1\zeta^2$) de même âge et de même origine, elles sont plus grenues, plus riches en mica noir, plus pauvre en mica blanc. Cette différence est attribuée à la présence du massif granitique de Bonnemain, qui, pensons-nous, devait se prolonger à l'ouest jusqu'à Dinan, pénétrant intimement l'étage ζ^2 de Tressé à Dinan, et donnant naissance dans cette région, à du gneiss granitique ($\zeta^2\gamma_1$) : la granulite de Dinan, plus récente, ne s'y est donc pas injectée dans du ζ^2, mais bien dans un gneiss granitique ($\zeta^2\gamma_1$), où elle a superposé son action à celle du granite ($\gamma^1\zeta^2\gamma_1$).

($x\gamma^1$) *Schistes micacés* avec andalousite en gerbes, ou plus souvent feldspath en petits cristaux, passant à des micaschistes plus ou moins gneissiques, à grains fins. Une première bande, à l'ouest, suit les gneiss granulitiques de la Baie de la Fresnaye; une seconde bande plus étendue, longe

au nord les granulites gneissiques de Saint-Malo ; une troisième bande la longe au sud, enfin un dernier affleurement, autour du massif granulitique de Bobital, a moins d'importance. La seconde bande décrit vers Pléven une courbe synclinale, où les phtanites charbonneux sont transformés en quarzites graphiteux cristallins, identiques à ceux qui ont été tracés sur la feuille de Vannes (1). Des filons de pegmatite et de granulite à grains fins, trop minces pour être représentés utilement sur la carte, traversent souvent ces micaschistes.

(ζ^2 γ^1) *Micaschistes et gneiss granulitiques,* formant deux bandes: 1° Bande de Pleurtuit y compris le Grouin de Cancale ; 2° Bande de Pleudihen. La première bande est beaucoup plus granulitique que celle de Pleudihen ; par la proportion du feldspath contenu, la roche dominante est un gneiss, tandis que l'autre est à l'état de micaschistes et de schistes micacés feldspathiques. Les gneiss granulitiques de la première bande passent absolument aux granulites feuilletées (γ^1 ζ^2), dont on ne peut les délimiter avec précision ; la granulite au lieu d'envahir toute la masse des micaschistes et gneiss, sous forme de lentilles juxtaposées, est limitée à des couches, joints et filons, à structure grenue, souvent aplitique: les caractères anciens cristallophylliens sont donc mieux conservés que dans la division (γ^1 ζ^2) des granulites gneissiques (2). Dans la bande de Pleudihen, on ne peut distinguer les schistes micacés feldspathiques (ζ^2 γ^1), de ceux du (xγ^1).

(1) Sur cette feuille de Vannes, ils ont été attribués par nous à tort, au ζ^2 : nous n'avons donc pas réussi sur notre carte de Bretagne à suivre exactement la limite du x et du ζ^2, que l'on devra rechercher à nouveau.

(2) La structure de cet étage (γ^1 ζ^2) est grossièrement exprimée par l'image d'un massif de maçonnerie, où les briques représenteraient la granulite, et le ciment les lambeaux micaschisteux; inversement, il faudrait pour le gneiss granulitique (ζ^2 γ^1), comparer la granulite au ciment, et le schiste aux briques.

(γ, ζ^2 γ^1) *Granite feuilleté granulitisé* de Dinan à Tressé, peu distinct de la granulite granitique feuilletée (γ^1 ζ_2 γ_1) de Dinan, par la teinte brune, rouillée, moins pâle de ses arènes, et par l'appauvrissement graduel en mica blanc vers Tressé, où il passe au granite franc (γ_1). Dans cette portion occidentale du massif de Bonnemain, le granite a injecté la roche en place (avant la superposition granulitique), tandis que dans le reste de ce massif, il l'a disloqué et récimente ses débris, dont la masse paraît à peu près égale à celle du granite lui-même.

(γ, x^{1b}) *La syénite de Coutances*, grenue ou gneissique, riche en amphibole, avec fer titané, apatite, oligoclase, anorthose, et parfois mica noir et quarz, est identique à celle du massif de la Fresnaye, qui en est d'ailleurs la continuation. L'affleurement de ce granite étant limité à celui des cornes amphiboliques, qu'il disloque et enclave en toutes proportions, on doit attribuer sa richesse en amphibole, à une résorption de ces roches amphiboliques. Dans les filons minces de la périphérie du massif, il présente des variétés pegmatiques où les cristaux d'amphibole atteignent 4 à 5 cent. de long, ainsi que d'autres variétés, passant à des microgranites, riches en chlorite et en quarz, limitées aux filons les plus minces.

($x^{1b_{2/1}}$) *Schistes amphiboliques feldspathiques de la Fresnaye* : Les schistes cornés amphiboliques et les roches qui leur sont associées dans cet étage x^{1b_2}, sont disloqués par le granite et intimement mélangés avec lui, sous forme de brèche, à éléments alignés, anguleux, parfois l'injection se fait en filons distincts transverses, ou plus souvent suivant les couches, qui sont pénétrées dans toutes les directions et en toutes proportions. Il n'y a pas de limite exacte, on le conçoit, entre cette division et les voisines, sur la carte. Les schistes cornés perdent leurs caractères propres, et

passent à des schistes amphiboliques feldspathisés, ou riches en épidote et chlorite, qu'on ne peut plus distinguer de certaines amphibolites de l'étage des gneiss (δ) ; des lambeaux schisteux plus étendus, ont parfois conservé leurs caractères primordiaux ($x^{1b}\varepsilon$).

(γ,) *Granite* appartenant franchement au type classique du granite de Vire, à grain moyen, d'un gris-bleuâtre, riche en orthose blanc, avec oligoclase verdâtre, microcline, quarz et mica noir prédominant sur le mica blanc : il forme les trois massifs principaux de Saint-Marcan, de Bonnemain et de Dingé et y fournit de la pierre de taille. Il a percé les gneiss et disloqué les phyllades, dont il enveloppe des lambeaux et des masses considérables, de plusieurs kilomètres, notamment dans le massif de Bonnemain. Ces blocs pincés sont transformés en leptynolithes et en schistes feldspathisés gneissiques. Le granite des massifs de Saint-Marcan et Dingé s'enrichit régulièrement en mica blanc, en approchant des contacts, où on ne le distingue plus de la granulite.

($x\gamma$,) *Les schistes micacés* au voisinage du granite présentent deux auréoles métamorphiques concentriques : la plus éloignée, atteignant trois kilomètres, irrégulière et capricieuse, est caractérisée par le développement de taches noires, charbonneuses ou micacées dans un schiste feuilleté, dont la structure n'est pas modifiée; l'auréole interne, seule distinguée sur la carte, présente des roches plus modifiées, compactes, ayant perdu leur schistosité et pouvant être employées pour l'empierrement des routes (leptynolithes, maclines, grauwackes micacées). Le quarz à recristallisé en gros grains, le ciment contient du mica noir, on y trouve en outre, du charbon, des noyaux micacés clairs séricitiques et parfois de la chiastolithe. Les grauwackes, qui alternent normalement avec les schistes de cet

étage, se chargent ici de biotite; elles présentent en outre orthose, plagioclase, zircon et quarz dont les gros grains brisés sont recimentés par des grains quarzeux plus fins, de seconde formation.

(λ) *Gabbros de Trégomar* : Vaste amas, à la limite des feuilles de Dinan et Saint-Brieuc, ne montrant pas d'affleurement continu, mais seulement des monolithes isolés, dans des landes envahies par la végétation, et dont le sol est formé par une arène très altérée, mal exposée, de couleur claire. La roche grenue, massive, formée de plagioclase et pyroxène, renferme en outre dans l'étendue de ce massif, pléonaste, olivine, labrador en grands microlites ou plus souvent anorthite, hypersthène, enstatite, diallage, amphibole hornblende et trémolite abondante : les variétés basiques à péridot ou à hypersthène, ne paraissent former que des accidents, dans ce massif de gabbros à pyroxène et amphibole.

(δ^1) *Amphibolites* sous forme de lits lenticulaires, sans importance, interstratifiés dans les micaschistes granulitiques ($\gamma^1\zeta^2$); elles sont en général schisteuses, à grains fins, avec labrador, oligoclase, sphène, actinote, quarz; elles sont parfois remplacées par des lits d'une véritable pyroxénite (Ville-Glé en Plessix-Balison, Trégon, Saint-Lunaire, Peret en Saint-Igneuc), où le développement du pyroxène est dû à l'action de contact de la granulite sur l'amphibolite.

(Q) Les filons de *quarz* gras sont nombreux dans les phyllades au voisinage du granite; un filon de quarz argentifère a été exploité à Cabrac en Saint-Judoce.

Remarques stratigraphiques

Cette feuille offre la terminaison occidentale du grand manteau de limon du bassin parisien.

Le coin S.-O. de la feuille, montre une amorce de la

bande synclinale siluro-dévonienne de Gahard (feuille de Rennes); le coin N.-O. présente dans les falaises d'Erquy, une autre bande paléozoïque, qui continue la bande synclinale de Lessay (Normandie), reposant transgressivement comme elle, sur les formations antérieures.

La structure fondamentale de la feuille est déterminée par les deux grandes ondes anticlinales de Saint-Malo et de Dinan, qui ramènent les strates schisto-cristallines primitives, entre des couches siluro-précambriennes à disposition synclinale. La première onde anticlinale, celle de Saint-Malo est dirigée N. 55° E., comme d'ailleurs toutes les formations de la moitié occidentale ou bretonne de la feuille : c'est de plus, la direction des venues granulitiques régionales. La seconde ride anticlinale, celle de Dinan, oblique par rapport à la précédente, est d'abord dirigée N. 65° E. et s'infléchit ensuite graduellement vers l'E., pour prendre la direction E -O., dans la moitié orientale ou normande de la feuille: cette direction coïncide de plus avec les venues granitiques de la contrée. C'est dans le coin synclinal, compris entre ces deux ligne santiclinales, qu'a été ouvert par dénudation fluviatile, la Baie du Mont-Saint-Michel.

La comparaison de cette feuille, avec celles du Plateau-méridional (Vannes, Quimper, etc.), montre que les veesnu granulitiques n'affectent pas de direction caractéristique propre, mais quelles sont liées aux lignes anticlinales, qu'elles jalonnent constamment; étant dirigées au N.-O. au sud de la Bretagne ; au N.-E. au nord de la Bretagne, de Dinan au Sud-Ouest de Pontivy.

Les mouvements qui ont déterminé le relief du sol, bien retouché encore depuis par les dénudations, ont certainement eu lieu après l'intrusion de la granulite et de la diabase, dans les terrains paléozoïques, car ces roches ont

subi les déformations de l'époque houillère, comme les terrains encaissants. D'autre part, la disposition orographique actuelle était déjà tracée à l'époque miocène, dont les dépôts sont limités aux dépressions actuelles, suivant la vallée de la Rance.

Remarques hydrographiques : Les eaux atmosphériques traversent les bandes granitiques perméables, mais sont arrêtées par leurs encaissements micaschisteux, imperméables, dont la limite correspond à un alignement de sources. Les cours d'eau ont par suite suivi d'abord les directions des strates, comme l'indiquent encore les accumulations diluviennes, ce n'est que plus tard, par suite des progrès de l'érosion, qu'elles ont raccourci leur parcours, en coupant à travers bancs.

Une seconde série de sources correspond sur la feuille, aux nombreux dykes de diabase, qui remplissent dans la région l'office d'un véritable drainage.

Travaux consultés : MM. Durocher, Lebesconte, Massieu. Rouault, Sirodot, Tournouër.

M. **Gosselet** fait la communication suivante :

La Société Géologique du Nord a décidé de publier dans ses Annales le cours de Géographie Physique régionale, que j'ai fait l'année passée et que je compte poursuivre ultérieurement. La première leçon a déjà paru (1), mais j'ai cru bon de réunir sous forme d'introduction quelques notions générales que je développais ou que je répétais lorsque le besoin du cours l'exigeait.

Je dépose aujourd'hui cette introduction. Elle sera très promptement suivie par la série des leçons.

Je profite de l'occasion pour m'excuser auprès des Membres de la Société et du public de n'avoir pas encore fait paraître le quatrième fascicule de l'*Esquisse géologique*.

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, tome XIX, p. 324.

Je le retarde chaque année parce que je désire y présenter un exposé aussi complet que possible des terrains quaternaires. Les publications, toutes récentes, de M. Ladrière, me permettent de traiter la question pour une grande partie du pays ; mais il y a encore une région qui n'est pas étudiée et que je ne puis passer sous silence, car elle est située aux portes même de Lille. J'espère que M. Ladrière en aura terminé l'étude cette année et que je pourrai alors compléter mon livre.

Géographie physique

du Nord de la France et de la Belgique
Cours professé à la Faculté des Sciences de Lille
en 1891 et 1892
par **M. Gosselet.**

Introduction

L'étude de la géographie physique d'une région, exige quelques connaissances générales de géologie et d'orographie.

Pour la géologie je me bornerai à renvoyer à mes publications précédentes. (a)

L'orographie, c'est-à-dire la forme extérieure d'une région est caractérisée par les vallées et les rivières, les plaines et les plateaux, les collines et les montagnes.

Dans la région du nord de la France et en Belgique, presque toutes les vallées ont été creusées par les eaux courantes. Un très petit nombre doivent leur origine aux fractures du terrain.

(a). 1° *Géologie élémentaire du département du Nord*, par M. J. Gosselet, broch. in-8, 40 pages avec carte géologique. Chez L. Quarré, Grand'Place, Lille.

2°. *Esquisse géologique du Nord de la France*, 3 fascicules in-8, avec coupes, cartes et planches de fossiles, — Au siège de la société géologique, rue des Fleurs, 1.

Lorsque la pluie tombe, l'eau se divise en trois parties : une portion, le quart environ, s'évapore et retourne dans l'atmosphère ; une seconde partie, près de la moitié, pénètre dans le sol, où elle va alimenter les sources; enfin, une troisième, le quatrième quart, coule à la surface du sol et le ravine.

L'eau qui pénètre dans le sol descend par l'effet de la pesanteur à travers les interstices des sables, des limons et des calcaires, jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche imperméable qui l'arrête et détermine la formation au-dessus d'elle d'une nappe aquifère. Une nappe aquifère n'est pas autre chose qu'une couche perméable qui contient de l'eau entre tous les grains ou fragments solides qui la constituent (1). L'eau y circule en suivant les pentes de la couche imperméable, qui en fait le fond.

Lorsque par suite des accidents de la surface du terrain, la nappe aquifère arrive au jour, l'eau qu'elle contient coule au dehors en produisant une source.

Dans les terrains secondaires et tertiaires du nord de la France, la roche imperméable qui forme le fond des nappes aquifères est toujours de l'argile (2) ou de la marne. Aussi, presque partout où l'argile est à une faible profondeur, il y des sources.

La nature de la roche perméable a une grande importance pour le débit des sources. Lorsqu'elle est sableuse, l'eau obligée de filtrer à travers les grains de sable coule lentement. Si au contraire elle est formée par une roche dure, fendillée, l'eau circule plus librement dans les fentes

(1) Leçons sur les nappes aquifères du nord de la France par M. J. Gosselet. Lille, 1887. Ann. soc. géol. Nord, t. XIV, p. 219.

(2) Par argile on doit entendre l'argile plastique ou glaise ; la terre jaune que l'on appelle vulgairement argile est le limon des géologues.

et peut arriver à la source avec une plus grande abondance. Si enfin la roche est soluble dans l'eau comme le calcaire, les fentes s'agrandissent par le fait même de la circulation, de sorte que l'eau finit par couler dans de petits canaux et par former même de véritables rivières souterraines.

La pénétration de l'eau de pluie dans le sol se fait d'une manière lente et peu apparente; il en est tout autrement de son écoulement superficiel.

Si cette surface est une roche imperméable, telle que l'argile, il y a un ruissellement général. L'eau coule avec rapidité et avec une abondance relative d'autant plus grande qu'elle pénètre moins dans la terre. Quand la poussière a été enlevée, ces eaux n'arrachent presque plus rien au sol et paraissent limpides.

Au contraire, lorsque le sol est formé par une roche perméable et délayable telle que le limon, qui couvre presque tout le nord de la France, l'eau en entraîne des particules d'autant plus nombreuses que le courant est plus rapide ; elle devient bientôt trouble et limoneuse. Le même effet se produit quand le sol s'est désagrégé à l'air en donnant naissance à de la poussière ou à du sable.

Les eaux de ruissellement coulent vers les parties basses de la surface; elles y creusent des ornières, des sillons aux endroits où le courant est un peu plus actif; chaque sillon devient un collecteur, où se rendent toutes les eaux voisines ; il s'y forme un petit torrent dont la rapidité croît avec la masse d'eau qui y afflue ; les pierres sont déchaussées et entraînées par le courant; elles usent les parois du sillon et l'agrandissent. Bientôt ces sillons temporaires se réuniront en ruisseaux, puis en ravins dont la largeur et la profondeur croissent avec l'afflux des eaux. On reconnait aisément que nos ruisseaux et nos ravins ne sont pas autre chose que des sillons, qui ont été agrandis par les eaux

courantes et qui sont devenus permanents. On est ainsi conduit à attribuer la même origine au thalweg des vallées et des rivières.

Tant que la pluie tombe et quelque temps encore après qu'elle a cessé, l'eau coule dans le ravin ; mais peu à peu celui-ci s'assèche pour ne recevoir d'eau qu'à la pluie suivante. Plusieurs de nos vallées livrent passage à ces rivières intermittentes, auxquelles on peut réserver le nom de torrent.

Le régime de la vallée devient différent lorsque les eaux courantes ont buriné le sol assez profondément pour avoir atteint une nappe aquifère. Alors, au niveau de cette nappe il se produit des sources qui donnent naissance à une rivière permanente.

Lorsque la nappe aquifère est peu entamée, ou lorsqu'elle n'est pas abondante, le cours d'eau s'assèche pendant les chaleurs de l'été. C'est le cas d'un certain nombre de ruisseaux, où se trouvent des moulins, que la voix populaire à baptisé du nom d'*Écoute s'il pleut*. Si au contraire les sources ont un débit considérable, si elles proviennent de calcaires fendillés, la rivière acquiert immédiatement une importance suffisante pour être employée comme force motrice à quelques centaines de mètres de la source.

Dans toute rivière, il faut considérer le cours ordinaire, le cours d'étiage ou de sécheresse et le cours majeur ou de crue. Dans nos rivières du Nord, le cours d'étiage ne diffère pas du cours ordinaire, l'eau est moins abondante, mais aucune portion importante du lit ne se trouve abandonnée. Au moment des crues, la rivière déborde et couvre plus ou moins complètement le lit majeur. Beaucoup de nos rivières sont entourées de marais et de prés que l'eau inonde en hiver et dans les grandes pluies. Ces inondations hivernales suivies de colmatage sont une cause de fertili-

sation pour la prairie, mais les crues estivales sont très nuisibles; elles gâtent l'herbe en la couvrant d'une fine poussière limoneuse. Pour les restreindre et en atténuer l'effet désastreux, il suffirait de maintenir la nappe aquifère de la prairie à 1 m. environ au-dessous de la surface, de façon à ce qu'au moment de la crue, l'eau trouve dans cette partie supérieure du sol, un réservoir vide, où elle puisse s'emmagasiner avant de déterminer une inondation.

Les vallées ne se bornent pas au lit majeur des rivières; elles sont souvent beaucoup plus larges. Néanmoins, comme on trouve sur leurs flancs, jusqu'à une grande hauteur, des cailloux et des sables qui viennent de l'amont, on doit admettre qu'elles ont été creusées par le cours d'eau à l'époque quaternaire, époque où la rivière avait une puissance bien plus considérable qu'aujourd'hui.

Les plaines et les plateaux sont des surfaces étendues, horizontales ou faiblement inclinées.

On distingue les plaines des plateaux par leur élévation moindre, soit d'une manière absolue, soit par rapport aux lieux voisins. Habitants des contrées basses, nous sommes habitués à donner le nom de plateau à des surfaces qui, aux yeux d'autres géographes, ne seraient que d'humbles plaines.

Les plaines et les plateaux ont des origines diverses.

Il y a les plaines de dessèchement dont la surface est celle du fond d'une mer ou d'un lac après le retrait des eaux; telle est la plaine de la Beauce.

Les plaines de ravinement sont des régions dont la surface a été totalement ou presque totalement enlevée par les eaux courantes jusqu'au niveau d'une couche plus résistante, la plaine du Cambrésis, par exemple. Généralement il existe sur ces plaines quelques points plus élevés

où les courants ont été moins violents et où ont persisté des témoins des terrains qui couvraient primitivement la plaine. Ainsi les tertres de Bourbon, de Fontaine au-Pire et d'autres encore sont les restes d'une couche de sable qui s'étendait sur tout le Cambrésis.

On a désigné sous le nom de plateaux ou plaines d'abrasion des surfaces qui doivent leur forme à l'action des vagues. On admet que lorsqu'une surface continentale s'abaisse lentement de manière à être recouverte peu à peu par la mer, les vagues déterminent des falaises dans les parties saillantes, les rongent par le pied, détruisent peu à peu les collines et finissent par transformer la surface accidentée continentale en une plaine située à un niveau inférieur au balancement des marées. La plaine maritime entre Bergues et Dunkerque a probablement cet origine

Enfin l'arrasement des surfaces continentales peut encore être dû à l'action atmosphérique, qui altère les roches les plus dures, les désagrége, les fait ébouler, détruit les sommets des montagnes, comble les vallées et lentement transforme un massif montagneux en un plateau uni. On admet que l'Ardenne doit sa silhouette horizontale a un arrasement de cette nature.

Les collines et les montagnes peuvent être rangées en trois catégories selon qu'elles sont dues à l'érosion, aux dislocations ou aux éruptions.

En creusant les vallées et les vallons, l'érosion laisse dans les points situés en dehors des courants des parties élevées qui portent le nom de plateaux, si elles sont larges, et de collines, si elles sont étroites. Les collines sont généralement reliées entre elles et convergent soit vers un plateau, soit vers un nœud commun. Dans les endroits ou les courants successifs ont été plus puissants, on trouve des collines isolées comme celle de Cassel.

Les collines et les montagnes de dislocation sont dues à ce que les mouvements de l'écorce terrestre ont redressé plissé et brisé les couches, élevant certaines parties, en abaissant d'autres et les poussant les unes sur les autres. Ce sont les ridements de l'écorce terrestre qui ont donné naissance aux grandes chaînes de montagnes, les Alpes, les Pyrénées, etc. Dans le nord de la France, l'Ardenne et ses dépendances sont aussi formés de terrains en couches redressées. Si elles n'affectent pas la forme de montagnes c'est que la surface a été arrasée par les altérations atmosphériques ; il en est résulté un plateau, dans lequel l'érosion a creusé des vallées, quelquefois très profondes.

Cependant toutes les vallées des pays de montagnes ne sont pas dues uniquement à l'érosion ; quelques unes ont été produites ou déterminées par des cassures ou des ployements en relation avec les dislocations.

Quant à la troisième catégorie de montagnes, elle ne nous intéresse pas. Il n'existe dans le nord de la France, ni cônes, ni collines produits par des éruptions volcaniques.

L'orographie d'une région et la nature géologique de son sol ont une influence prépondérante sur sa végétation spontanée, sur sa culture, sur son industrie. Ce sont donc les facteurs les plus importants de la géographie physique. On peut y ajouter la météorologie, quand on envisage cette science en grand. Ainsi l'on sait que l'absence de pluie engendre les déserts, et que la culture des régions tempérées ne peut pas être la même que celle des contrées tropicales. Mais dans notre Europe centrale, les conditions météorologiques sont trop constantes pour déterminer des différences locales dans la nature physique. Il suffit de rappeler que la région que nous étudions possède un climat marin, que les pluies y sont fréquentes et les gelées généralement de peu de durée.

Si les grandes divisions de géographie physique ont servi quelquefois à parquer les peuples et coïncident par conséquent avec les limites politiques, il n'en est pas de même des subdivisions de moindre importance. Indépendantes des circonscriptions administratives, elles ont besoin d'être désignées par un nom spécial. Les noms préférables sont les noms populaires, qui n'ont jamais eu aucun rapport avec les divisions politiques et dont l'origine se perd dans la nuit des temps; tels que l'Ardenne, la Thiérache, etc. Les caractères et les limites attribués par la tradition à ces pays sont tellement vagues que le géographe peut les définir rigoureusement sans choquer aucun usage.

Mais ces noms sont rares; on est généralement réduit pour désigner un pays à prendre le nom d'une ancienne province, d'un comté, d'un pagus, quitte à l'étendre ou à le restreindre suivant les nécessités de la science. Le géographe a dans ce cas le regret d'être en désaccord avec l'historien. Les pays que l'un et l'autre désignent par le même nom ne sont pas rigoureusement les mêmes. C'est un inconvénient dont il ne faut pas méconnaître l'importance, mais qu'il ne faut pas non plus exagérer. On peut faire valoir que les limites de ces divisions anciennes, précises aux yeux de l'historien, sont devenues vagues et flottantes pour le public. Leur emploi en géographie physique a même l'avantage d'indiquer approximativement leur position, alors qu'elle n'est généralement connue que par une apposition ajoutée au nom d'un village. Enfin, ces divisions anciennes, par cela même qu'elles sont souvent issues de la libre volonté des populations, sont plus appropriées à la nature physique du pays que celles qui ont été découpées de loin par le caprice d'un administrateur ou la volonté d'un conquérant.

Cependant la géographie physique ne peut pas se détacher complètement des limites qui séparent ou ont séparé les nations. Il s'est parfois créé des usages qui ont réagi sur la culture, l'industrie, les habitudes, en un mot le faciès du pays et dont on doit tenir compte.

Il importe aussi de remarquer que les divisions de géographie physique sont loin d'avoir la rigueur des divisions de géographie politique. Il n'y a généralement pas de limite tranchée entre deux régions, elles passent insensiblement de l'une à l'autre par une zone indécise que l'on pourrait aussi bien ranger dans l'une que dans l'autre. La géographie physique reflète sous ce rapport le caractère géologique du sol. Que l'on jette les yeux sur une carte géologique, on verra que les limites des assises sont très sinueuses, souvent même très découpées. Un étage, qui forme une masse continue dans une région et sert à la caractériser se trouve plus ou moins découpé sur les bords et au-delà ne se présente plus qu'en lambeaux isolés. C'est, comme il a été dit plus haut, le résultat des dénudations quaternaires. On arrêta la limite de la région.

Une autre cause, qui tend à fondre les régions géologiques et géographiques, vient de ce que les couches quaternaires et modernes, qui forment presque partout la superficie du sol, sont un mélange des terrains voisins et sous-jacents. Elles en présentent les caractères atténués et fondus ensemble.

Séance du 15 février 1893

M. **Ladrière** communique les résultats de ses observations sur le terrain quaternaire du département de la Somme.

M. Parent fait la communication suivante :

Le **Wealdien** *du Bas-Boulonnais*
par M. **H. Parent**

SOMMAIRE : Étude stratigraphique. — Caractères pétrographiques. — Faune du Wealdien. — Mouvements du sol. — Age des plis jurassiques. — Conclusions.

1. ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE

Le Bas-Boulonnais est constitué essentiellement par le terrain jurassique qui forme presque partout le sol de la région et qui lui donne son aspect caractéristique; cependant les collines sont très souvent surmontées de couches plus récentes : argiles bariolées, sables et grès ferrugineux qui impriment au sol, là où on les trouve, un caractère différent, malgré leur peu d'étendue : de nombreuses sources en partent, la végétation ne s'y compose le plus souvent que d'ajoncs et de genêts.

Ces différents dépôts ont été signalés depuis longtemps, notamment par MM. Pellat (1) et Rigaux (2) ; leur âge a été fort discuté; rangés d'abord en entier par M. Pellat dans le Wealdien qui, en Angleterre, se montre sous le même aspect, une certaine partie en fut ensuite séparée et rapportée au Portlandien supérieur d'après quelques fossiles

(1) Pellat : Ann. Soc. Géol. du Nord, T. V, p. 173 : Terrain jurassique supérieur du Bas-Boulonnais.

(2) Rigaux : Notice géologique sur le Bas-Boulonnais : Mémoires de la Soc. académique de Boulogne, XIVe volume.

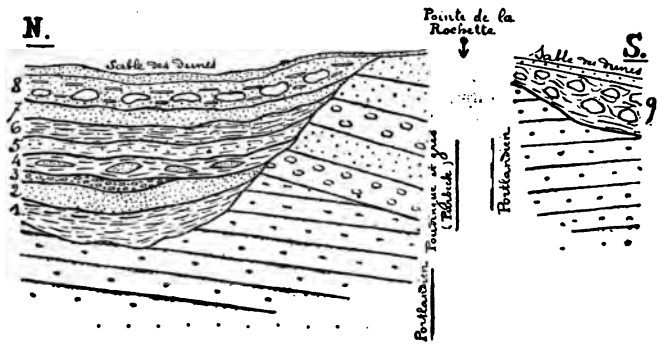
marins trouvés dans le minerai de fer des environs de Boulogne, qui présentaient une grande analogie avec des espèces jurassiques.

On remarque, suivant les points où ce terrain peut être observé, des différences très grandes dans sa structure, qui est très variée, changeant très rapidement en hauteur et formant des couches discontinues, disposées en lentilles. L'étage, en son entier, ne dépasse jamais 20 mètres d'épaisseur; il pénètre le plus souvent au milieu des couches jurassiques en les ravinant et en y formant des poches parfois profondes.

Quelques coupes prises surtout dans les environs de Boulogne en feront bien connaître la structure :

Au nord de la vallée du Wimereux, on peut le suivre sur une assez grande étendue entre Maninghem et la mer; une carrière le montre un peu au nord d'Aubengue, ainsi que la tranchée du chemin de fer au même village, mais ce n'est qu'à la Pointe de la Rochette qu'une coupe détaillée peut être prise; on y voit de bas en haut :

1. Coupe du terrain Wealdien à la pointe de la Rochette.



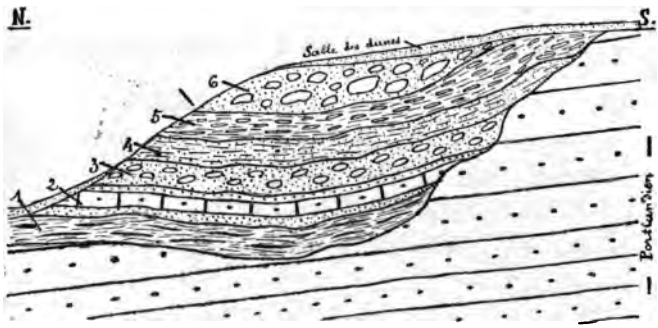
1. Argile grise, plastique, bariolée par places; elle recouvre les grès à Cardium dissimile en les ravinant 2m00

2. Sable gris, grossier. 1m00
3. Gravier composé de sable roux rempli de galets de quartz et de phtanites bien roulés, de petite taille ; il contient une couche d'argile grise 0m50
4. Argile grise plastique avec lentilles de grès argileux très dur au centre. 1m00
5. Argile jaune sableuse 0m50
6. Argile bariolée 1m50
7. Sable argileux gris-noirâtre. 1m00
8. Sables ferrugineux avec concrétions de fer et lignites 2m00

A quelques centaines de mètres au sud de la Pointe de la Rochette, le Portlandien n'est surmonté que de 2 à 3 mètres d'argile blanche sableuse avec minerai de fer en géodes (9).

Près du fort de la Crèche, en face du village d'Honvaut, les couches suivantes se montrent en haut de la falaise :

2. *Coupe du Terrain Wealdien entre la Crèche et Wimereux*



1. Argile grise plastique. . . . . 2 à 3m00
2. Sables ferrugineux avec bancs épais de grès ferrugineux peu cohérents à la surface ; un de ces bancs atteint environ 0m75 à 0m80 d'épaisseur ; il présente une structure entrecroisée bien manifeste, ainsi qu'une partie des sables. 2m50

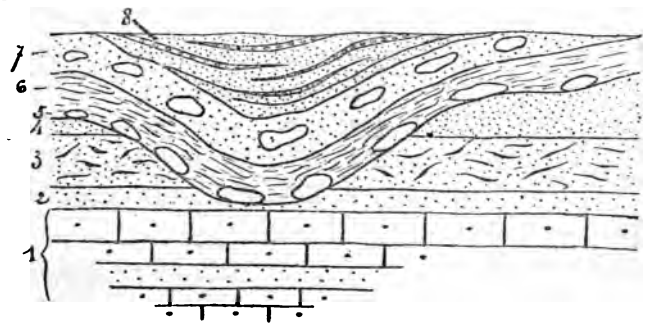
3. Sable jaune avec concrétions ferrugineuses en lits ; il contient quelques couches d'argile grise peu épaisses. 2m50
4. Argile sableuse grise. 2m00
5. Argile jaune avec petites plaquettes de minerai de fer et lignites 2m00
6. Sable ferrugineux avec concrétions de fer et grès ferrugineux. . . . . 2 à 3m00

Un peu au-delà, vers Boulogne, on ne trouve plus à la même hauteur que le grès à *Trigonia gibbosa*; au point où la coupe a été prise, les argiles et sables ferrugineux reposent sur les couches à *Cardium Pellati* (grès glauconieux) et forment donc une poche dans le Portlandien.

Près de Wimille, la carrière Thelliez située sur le Mont-Rouge, montre bien l'allure irrégulière des couches wealdiennes et leur changement rapide à des distances très rapprochées.

A l'est de la carrière on a la succession suivante :

3. *Coupe du Wealdien à Wimille (carrière Thelliez), partie orientale.*



Portlandien
1. Grès bleu à *Ammonites biplex* et *Trigonia gibbosa.*
2. Sable jaune.

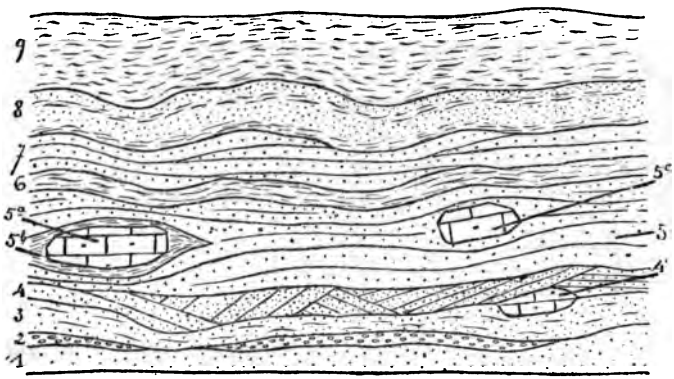
Purbeck?
3. Grès très tendre blanc, parfois verdâtre avec rognons de calcaire et conglomérat. . . . . 2m50 à 3m.
4. Sable jaune-verdâtre . . . 1m50

Wealdien.	5. Grès ferrugineux formant une couche discontinue à la base de 6.	0m30.
	6. Argile sableuse grise en poches pénétrant dans les couches précédentes . .	1m00 à 2m.
	7. Sable grossier avec gros blocs de grès ferrugineux	2m00 à 3m.
	8. Sable ferrugineux bien stratifié, avec lits de gravier.	3m00 à 6m.

Cette coupe nous fait remarquer que les couches rangées dans le Purbeckien se séparent absolument du Wealdien ; il y a entre ces deux étages un ravinement considérable.

A l'ouest la chose est encore mieux marquée ; en cet endroit les couches du Purbeck ont été enlevées complètement ; il y a successivement :

4. *Coupe prise à l'ouest de la carrière Thelliez à Wimille.*



1. Sable jaune portlandien.
2. Gravier composé de petits galets ; cette couche ne recouvre le Portlandien qu'en quelques points.
3. Limon ferrugineux stratifié passant à la couche suivante :

4. Sable ferrugineux très foncé en couches entre-croisées et contenant à la base :

4*a*. Grès à Cyrènes (du Purbeck) formant un bloc isolé.

5. Sable graveleux gris bien stratifié ; il contourne de grosses masses de grès 5 *a* et 5 *b*.

5*a*. Grès à Cyrènes (Purbeck). } remaniés.

5*b*. Grès à *Trigonia gibbosa* (Portlandien) }

5*c*. Couche entourant complètement le bloc de grès 5*a* en forme de lentille, presque uniquement composée de Cyrènes qui tombent en poussière quand on les touche.

6. Argile noire plastique.

7. Lits de sables jaunes et de sables roux.

8. Couches ferrugineuses alternant avec des lits tourbeux noirs.

9. Argile sableuse jaune.

. . . . . .

. . .

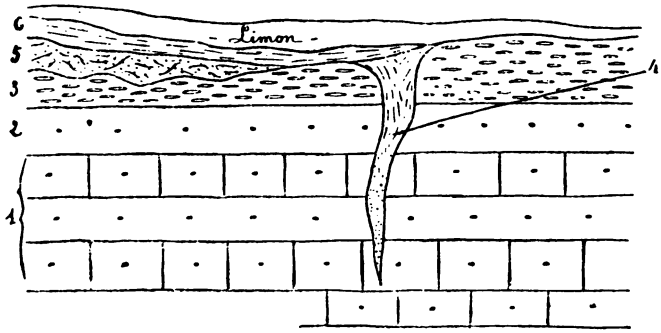
J'ai eu l'occasion de prendre cette coupe tout récemment (Décembre 1892) ; les terrains qu'on venait de mettre à découvert permettaient de constater d'une façon très nette le changement rapide d'une même couche sur quelques mètres d'étendue.

Enfin, sur la route qui monte à Rupembert, à environ 100 m. de la carrière, tout ce que nous venons d'énumérer disparaît pour faire place à une argile bariolée (5 à 6 m. d'épaisseur) recouverte de sables argileux gris ; on y remarque une couche d'argile d'un rouge très vif.

A la partie supérieure du Mont-Rouge une exploitation présente une disposition à peu près semblable à celle que je viens de signaler.

A Wimereux la carrière Théry située près de la voie ferrée de Boulogne-Calais offre quelques couches intéressantes :

5. *Coupe prise dans la carrière Théry à Wimereux.*



1. Grès à *Trigonia gibbosa*. . . . } *Portlandien*
2. Sable jaune . . . . . } *Portlandien*
3. Poudingue à *T. gibbosa* . . . . } *Portlandien*
4. Sable et argile brune dans une poche.
5. Grès très tendre, blanc.
6. Argile grise.

L'argile brune sableuse (4) forme des poches très étroites mais profondes dans les fissures du grès portlandien ; à la base elle passe à un sable de couleur foncé, argileux.

La couche de grès blanc repose sur le poudingue à *Trigonies* qui est raviné en de nombreux endroits ; elle est recouverte d'une petite couche d'argile grise.

Les plateaux de Rupembert et d'Olincthun sont surmontés de grès ferrugineux qui ont été exploités anciennement comme minerai de fer ; ces grès indiqués par M. Pellat comme portlandiens sont bien wealdiens (voir plus loin) ; à Rupembert ils reposent sur les couches à *Trigonia gibbosa* ; à Olincthun sur les bancs marneux du Portlandien moyen ; les diverses exploitations offrent la série suivante, de bas en haut :

1. Argile jaune ou blanche parfois sableuse, 1 à 2^{m}.
2. Grès ferrugineux formant un banc régulier de 0^{m}75 à 1^{m}, avec géodes de fer surtout à la partie supérieure.
3. Sable argileux jaune.

A Wicardenne on retrouve à peu près la même succession ainsi qu'à la Poterie ; dans cette dernière localité cependant une carrière ouverte non loin de la colonne de la Grande-Armée ne contient plus que des couches d'argile sur plusieurs mètres d'épaisseur avec quelques petits lits sableux ; à la partie supérieure on remarque un gravier peu épais.

Les mêmes couches existent à Huplandre, à Rottembert, ainsi qu'au sommet du mont Lambert et du mont d'Herquelingue, mais il est impossible de voir leur position par rapport au terrain sous-jacent ni d'observer leur composition.

De l'autre côté de la vallée de la Liane le wealdien affleure en quelques endroits, notamment sur les plateaux d'Ecault et d'Equihen ; des carrières ouvertes anciennement dans le but d'extraire le minerai de fer ont mis à jour une série très curieuse qui fait bien voir le changement rapide de la formation wealdienne ; M. Rigaux a donné sur cette partie du Bas-Boulonnais des coupes très intéressantes (1) et sur lesquelles je n'ai rien à ajouter :

1.	Gravier	1m
2.	Argile blanche ravinée	0m50
3.	Sable avec lits irréguliers d'argile blanche	0m85
4.	Graviers quartzeux	1m
5.	Argile blanche	1m
6.	Minerai	0m10
7.	Argile et sables blancs	0m70
8.	Sables verts avec géodes ferrugineuses	0m60
9.	Argile grise avec points glauconieux	1m60
10.	Lit de minerai	0m75

Les deux bancs de gravier (1 et 4) se rejoignent dans la même carrière et ont alors 3m50 d'épaisseur.

. . . . . .

(1) Rigaux, *op. cit.*, page 88.

Un peu plus loin une autre exploitation montre :

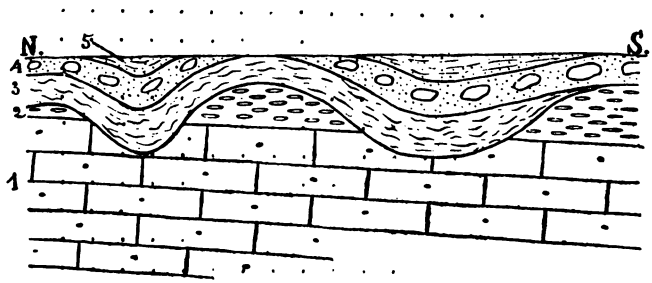
1. Argile blanche.	1m30
2. Graviers	3m
3. Argile blanche.	1m

Le lit de gravier diminue de plus en plus et dans une troisième carrière disparaît; il ne reste plus alors qu'un lit d'argile blanche épais de 3 à 4 mètres (1).

De même que le grès ferrugineux de Rupembert, celui d'Ecault et d'Equihen avait été rangé dans le Portlandien (2); partout il repose sur les couches les plus supérieures du grès à *Trigonia gibbosa*, mais il est facile de constater qu'entre les deux assises il y a des traces de ravinement.

C'est au cap d'Alpreck près du village du Portel que la chose est bien visible; en effet, en cet endroit les grès à *Trigonia gibbosa* sont surmontés par quelques couches d'argile et de sable argileux qui forment des ondulations en pénétrant dans le Jurassique ; un banc pétri de *Trigonies* fournit un point de repère très bon ; au nord il disparaît complètement, remplacé par les couches Wealdiennes.

6. *Coupe du Wealdien au sud d'Alpreck.*



1. Grès et sable à *Trigonia gibbosa*. . . }
2. Banc composé presque uniquement de *Trigonies* . . . . . } *Portlandien.*

(1) Rigaux, *op. cit.*, page 89.
(2) Pellat, *op. cit.*, page 173.

3. Lits d'argile grise alternant avec quelques bandes noires tourbeuses.
4. Sable argileux avec nombreux débris de géodes ferrugineuses.
5. Argile sableuse jaunâtre.

Les mêmes couches affleurent encore à Saint-Etienne-au-Mont, au Moulin-de-Gravois et vers Ningles ; partout la couche de grès ferrugineux repose sur un lit d'argile sableuse, variant d'épaisseur.

On peut encore voir le Wealdien dans quelques localités au centre du Bas-Boulonnais ; un peu au nord de Marquise et de Beuvrequen où le sable est exploité, ainsi que sur une grande partie du plateau qui porte la forêt de Bologne où presque tous les chemins montrent les sables ou les argiles donnant naissance à de nombreuses petites sources.

Un fait très curieux et qui frappe celui qui parcourt le Bas-Boulonnais c'est l'absence de toute trace de ce terrain sur le grand plateau qui descend de Bazinghem au Cap-Gris-Nez, entre Audresselles et Tardinghem ; sur toute cette étendue il est impossible de découvrir un lambeau de Wealdien.

A la base de la ceinture crayeuse du Boulonnais, le Wealdien forme de petites ondulations qui se dirigent vers la plaine sous forme de collines arrondies, peu élevées ; il s'enfonce sous les sables verts du Gault comme on peut le voir en plusieurs endroits.

Aux environs de Desvres, dans quelques carrières, on retire un beau sable blanc en couches alternant avec du gravier ; à la base parfois se trouve une couche d'argile ; des sablières existent également à Longfossé.

A Nesles, M. Rigaux a noté les couches qui suivent de haut en bas : (1)

(1) Rigaux : *op. cit.*, p. 87.

5. Argile sableuse blanchâtre. 1m00
4. Argile bleuâtre avec rognons ferrugineux qui passe en s'approfondissant à un sable argileux très glauconieux 1m00
3. Sable blanc très fin, argileux 2m00
2. Argile blanche exploitée. 3m00
1. Argile blanche panachée de rouge, exploitée en partie et formant le fond de la carrière. 2m00

En plusieurs points, les sables sont en stratification entre-croisée; les couches de graviers sont assez abondantes et occupent des niveaux indéterminés.

Un peu au sud de l'église de Brunembert, on remarque, au-dessus d'une argile sableuse, dont on ne voit que la partie supérieure, une couche régulière de poudingue ferrugineux assez cohérent formé de galets d'une certaine dimension provenant de roches primaires; elle atteint environ 1m50 à 2m.

On extrait des sables blancs du même âge entre Brunembert et Henneveux et un peu au nord de ce dernier village; dans ces localités, ainsi qu'à Colembert, ils sont inférieurs aux sables verts à *Amm. mamillaris*.

A Wierre-au-Bois, la tranchée du chemin de fer a permis à M. Ch. Barrois de constater au-dessus du Jurassique (1) :

1. Argile blanche.
2. Lit de limonite géodique, 0m40.
3. Sables bariolés, jaune clair, gris blanc, blancs, souvent ferrugineux et contenant des lits d'argile brune et de gravier.

Au fond de la dépression qui constitue le pays de Licques, il existe un petit afffeurement d'argile blanche et de sables, reposant sur les psammites famenniens et recouvert par l'argile du gault.

(1) Ch. Barrois : Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1873. Tranchées du chemin de fer de Saint-Omer à Boulogne, page 9.

A Hardinghem, on a exploité les grès ferrugineux et l'argile blanche, ainsi qu'aux environs de Blacourt; on voit encore ce terrain dans la tranchée du chemin de fer près de Caffiers et au sud du village de Wissant, où le minerai de fer a été retiré.

M. Ch. Barrois [1] a pu observer sous les dunes de Wissant quelques affleurements en-dessous des argiles noires aptiennes à *Ostrea Leymerii*; il signale sous la craie :

A. Gault.
B. Grès vert.
C. Argile à *O. Leymerii.*
D. Argile verte glauconieuse avec nodules de phosphate de chaux.
E. Argile noire compacte.
F. Argile compacte vert clair.
G. Sable ferrugineux avec nombreux lignites pyritisés.
H. Grès argileux avec moules de bivalves.
I. Argile noirâtre.
J. Argile vert-noirâtre.
K. Sable ferrugineux.

Il est à supposer que toutes les couches de G à K doivent appartenir au terrain Wealdien.

La série de coupes que je viens de donner présente ce terrain sous des faciés bien différents; cependant on peut, à la rigueur, admettre quelques divisions communes à toutes les séries observées :

A la base : Argile bariolée, grise ou blanche, très souvent remplacée par des sables.

Au milieu : Une couche de minerai de fer ou de grès ferrugineux occupant surtout les plateaux situés sur les deux rives de la Liane et du Wimereux; elle paraît manquer généralement autour du Bas-Boulonnais.

A la partie supérieure : Sables le plus souvent blancs ou jaunes, avec lits de gravier plus ou moins épais.

---

(1) Ch. Barrois, *op. cit.*, pag 11.

2. Caractères pétrographiques

L'argile montre de nombreuses variétés ; parfois c'est une glaise plastique presque pure ; en général elle contient du sable, surtout visible lorsque la couche est exposée à l'air ; une variété presque sans mélange de couleur blanche ou grise est employée pour la faïence comme argile réfractaire. L'argile est parfois feuilletée ; rarement elle est assez dure pour former des bancs solides ; on peut en trouver cependant des lentilles toujours très petites. On y voit de nombreuses couleurs, dont les plus ordinaires sont le gris et le blanc ; chargée de matière charbonneuse, l'argile est noire, de fer elle devient d'un rouge parfois très vif ; souvent elle est bariolée de gris et de rouge.

Les grès ferrugineux se présentent également avec différents caractères : tantôt c'est une limonite géodique, formée de couches concentriques et remplie de sable jaune ; tantôt, et c'est ce que l'on observe le plus fréquemment, c'est un grès à grain assez petit, peu cohérent, mais employé quelquefois pour les routes (Saint-Etienne-au-Mont, Rupembert, etc.).

Les sables sont le plus ordinairement blancs et à grains assez gros, presque uniquement quartzeux, souvent très bien stratifiés ; ils passent insensiblement à des graviers ; d'autres sont jaunes ou gris, ceux-ci souvent en couches entre-croisées et contenant de minces plaquettes de fer et de petits lits tourbeux ; on les exploite, surtout le sable blanc, pour la fabrication du verre.

Les graviers sont de deux sortes :

1° Les uns sont composés de fragments anguleux, peu roulés, affectant des formes irrégulières ; on en voit de semblables entre Saint-Étienne-au-Mont et Ecault, où ils ont plusieurs mètres d'épaisseur ; ces galets, que M. Gosselet

a bien voulu examiner, proviennent de roches primaires : (Carbonifère) ; la plus grande partie, sinon la totalité, est composée de phtanites roulés ; viennent ensuite les galets de quartz blanc ou rose qui, étant moins durs, sont de taille plus petite.

Il résulte de cette constatation que les rivières de l'époque Wealdienne, du moins pour la région boulonnaise, descendaient en grande partie du Nord-Est où affleurent les terrains carbonifères ; seuls les galets de phtanites et de quartz ont pu résister et être transportés à une grande distance.

2° Les autres galets sont bien roulés, arrondis et formés d'une grande variété de roches : grès jurassiques, calcaire marneux, etc. ; ce sont les plus gros ; puis viennent les galets de phtanites noirs et de quartz blanc plus petits. Les graviers de cette catégorie sont plus rares ; ils indiquent ordinairement des couches marines ; le gravier de la Rochette à fossiles marins est dans ce cas.

3. Faune du Wealdien.

M. Pellat [1] ne signalait dans les dépôts wealdiens du Bas-Boulonnais que quelques moules de coquilles du minerai de fer des environs de Boulogne ; il citait la *Cyrena Tombecki* à la Pointe de la Rochette avec un *Unio* ; M. Rigaux parle dans sa notice géologique sur le Bas-Boulonnais [2] d'*Unio* venant du minerai de Saint-Etienne-au-Mont.

En outre, M. Pellat indiquait à la Pointe-aux Oies l'*Unio Menkei* dans les géodes ferrugineuses situées un peu au-

(1) Pellat : *op. cit.*, page 195.
(2) Rigaux : *op. cit.*, page 89.

dessus du Portlandien ; j'ai montré (1) que les couches supérieures au grès jurassique à la Pointe-aux-Oies étaient de formation relativement récente (Tertiaire tout à fait supérieur ou même quaternaire) ; M. Rigaux me dit y avoir retrouvé le même fossile avec une fougère ; ces dépôts ne peuvent contenir l'*Unio Menkei*, mais une forme d'un âge tout différent.

Jusqu'ici, on ne connaissait donc absolument rien qui permit de rattacher les sables et argiles bariolées à un terrain quelconque de la série géologique.

Dans mes recherches aux environs de Boulogne, j'eus l'occasion de prendre la coupe de la Pointe de la Rochette ; je remarquai une petite couche atteignant à peine 0,50 cent. et pouvant se diviser de la manière suivante (n° 3 de la coupe 1) :

Gravier.	0m,20
Couche d'argile sableuse, grise (environ 0m,10) contenant au centre un petit lit noir charbonneux épais de 5m/m	0m,10
Gravier.	0m15 à 0m20

La petite couche d'argile disparaît assez rapidement vers le nord et le sud, ainsi que le lit tourbeux qu'elle contient.

C'est de ce dernier que proviennent presque toutes les coquilles énumérées plus loin : *Cyrena*, *Cyclas*, *Trigonia*, *Corbula*, etc.

Le gravier contient des dents assez abondantes de poissons, surtout du genre *Lepidotus* (j'en ai recueilli environ 40) ; j'y ai trouvé également une dent de Reptile (*Goniopholis*) ; il renferme en outre quelques rares coquilles : *Ostrea* de petite taille, *gastéropodes* et *serpules*.

(1) Parent : Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XIX, page 266.

Enfin, des lentilles de grès situées dans la couche 4 (coupe 1), m'ont fourni de petits Lamellibranches : *Cyclas*, *Corbula* et des Gastéropodes (*Paludina*), dans une petite lentille excessivement mince et disparaissant après quelques décimètres.

Toutes ces coquilles et surtout celles de la couche tourbeuse sont d'une extrême fragilité, étant décomposées par les sources qui rendent le terrain très spongieux ; pour les avoir intactes, il faut absolument faire sécher l'argile avant de les extraire.

Quelques ossements de grands Reptiles, associés à des dents de *Lepidotus* à l'intérieur de poches creusées dans les couches supérieures du Portlandien, à Wimereux (coupe 5), doivent être rangés dans le même terrain Wealdien, d'après leur position.

D'autres fossiles viennent encore s'ajouter à ceux que je viens de signaler ; ce sont ceux trouvés par M. Pellat dans les grès ferrugineux d'Ecault et de Rupembert, attribués tout d'abord (1) au Wealdien, et qui en ont ensuite été séparés après la découverte d'une *Trigonie* et de *Corbules* qui ressemblaient beaucoup à des formes jurassiques (2) ; mais, outre l'analogie que l'on constate entre les couches ferrugineuses d'Ecault et de Rupembert et le terrain Wealdien, il faut encore noter qu'elles reposent toujours en discordance et en formant des poches dans le Portlandien (comme on peut le voir plus haut) ; tous les minerais de fer du Bas-Boulonnais surmontant le Juras-

(1) De Loriol et Pellat : Monographie de l'Étage portlandien de Boulogne-sur-Mer, 1866.

(2) Pellat : *op. cit.*, p. 194.

De Loriol et Pellat : Monographie pal. et géol. des Étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer, 1874-75.

sique sont donc wealdiens, sauf quelques affleurements sans importance, comme ceux de la Pointe-aux-Oies, des Garennes qui sont d'âge quaternaire.

Voici la liste des fossiles trouvés dans la formation Wealdienne du Bas-Boulonnais ; les Reptiles et les Poissons ont été déterminés par M. le Dr Sauvage qui m'a donné de précieux renseignements avec une obligeance dont je ne saurais trop le remercier.

Liste des fossiles du Wealdien

Reptiles

1. *Megalosaurus insignis*, Desl.

Ce genre de Dinosaurien, connu depuis longtemps par des dents, dans le Portlandien du Boulonnais, appartient au *Megalosaurus insignis*, Desl. ; j'ai trouvé une griffe absolument intacte et longue d'environ 0m10 avec d'autres ossements à Wimereux, dans des couches certainement wealdiennes. — Cette pièce, qui n'a pas souvent été signalée, est figurée dans Paleont. Soc. 1856 (Owen. Foss. Rept. Weald., planche X).

Les débris du même Dinosaurien provenant du Gault des Ardennes ne peuvent se distinguer de ceux du Jurassique supérieur, d'après M. Sauvage (1) ; la même observation peut se faire pour le *Goniopholis undidens* (Jurassique supérieur, Crétacé inférieur).

Loc. : Wimereux : Carrière Théry.

2. *Dinosaurien* (indéterminé).

J'ai trouvé plusieurs ossements de grande taille que M. Sauvage rapporte à un grand *Dinosaurien* sans pouvoir

---

(1) Sauvage : Notes sur les Reptiles fossiles, Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, T. IV, p. 441.

préciser à quel genre il appartient. L'un de ces ossements est très plat et pourvu d'une surface articulaire sur le côté ; il mesure environ 22 centimètres de longueur sur 16 cent. de largeur et 4 cent. d'épaisseur ; un autre est très concave d'un côté ; le troisième, qui appartient à un membre postérieur ou antérieur est très bien conservé ; il mesure environ 20 cent. de longueur sur 20 cent. de largeur et 10 à 15 cent. d'épaisseur ; la tête de cet os a 55 cent. de circonférence, le col 44 centimètres.

Les restes de *Dinosauriens* sont peu abondants dans le Boulonnais ; ils se rattachent, selon M. le Dr Sauvage, aux genres *Megalosaurus, Iguanodon, Caulodon ;* à la Poterie, on a trouvé des ossements d'un grand *Dinosaurien* rentrant dans la famille des *Sauropoda ;* ils sont tous du terrain Jurassique supérieur ; cependant, quelques-uns pourraient bien provenir du terrain Wealdien : ainsi, M. de la Moussaye en cite dans les sables ferrugineux de Wimille, M. Dutertre-Delporte dans les sables ferrugineux de la Poterie.

Loc. : Wimereux : Carrières près du chemin de fer.

3. *Goniopholis undidens*, de la Moussaye

J'ai recueilli une dent de grande taille et très bien conservée de ce *Téléosaurien*, dans le gravier de la Rochette ; M. Sauvage (1) en a signalé plusieurs à Wimille, où cette espèce paraît abondante, dans le Portlandien le plus supérieur (Purbeck) ? (Carriére du Mont-Rouge vers Rupembert). Le *Goniopholis*, inconnu dans les étages inférieurs du Jurassique, vivait donc encore au début de l'époque crétacée.

Loc. : Pointe de la Rochette : gravier.

---

(1) Sauvage : Reptiles trouvés dans le Portlandien supérieur de Boulogne-sur-Mer. Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, T. XVI, p. 623, pl. XII.

Poissons

4. *Strophodus* (*Asteracanthus*, Ag.)

Un fragment d'épine dorsale de ce poisson provenant du gravier de la Rochette ; ces épines ont été dénommées *Asteracanthus* par Agassiz, mais appartiennent bien au genre *Strophodus* ; elles sont abondantes dans le Kimméridien et également dans les couches supérieures du Portlandien à Wimille (renseignements de M. Sauvage).

Loc. : Pointe de la Rochette : gravier.

5. *Hybodus*

Une seule dent a été trouvée à la Pointe de la Rochette ; elle est striée très fortement et un peu recourbée ; ce poisson paraît très rare dans le Wealdien.

Loc. : La Rochette ; gravier.

6. *Lepidotus aff. lævis*, Ag.

Le gravier de la Pointe de la Rochette renferme ce genre en abondance ; j'ai pu y recueillir 30 à 40 dents, quelques écailles et une petite vertèbre ; les dents varient beaucoup de dimension et de forme ; elles sont en général très allongées. M. Sauvage ne connaît cette espèce que par des débris, très nombreux dans plusieurs étages du Jurassique, particulièrement dans le Purbeck de Wimille ; les dents que nous avons trouvées paraissent analogues. (Quelques-unes proviennent d'une poche étroite, creusée dans le Jurassique, à Wimereux, et qui contient en outre les ossements du Dinosaurien cité plus haut).

Loc. : Pointe de la Rochette (gravier) et Wimereux (carrière Théry).

7. *Pycnodus*

Une seule dent dont il est impossible de déterminer l'espèce ; elle est très plate et arrondie et ressemble complètement à celles du Jurassique supérieur.

Loc. : Pointe de la Rochette : gravier.

8. *Ischyodus*

Maxillaire malheureusement en très mauvais état de conservation, a été trouvé à la partie supérieure du gravier, sous le sable gris ; peut être, d'après M. Sauvage, est-ce l'*Ischyodus Towsendi*, du Portlandien supérieur de Wimille (Purbeck) ; il est impossible de préciser.

Loc. : La Rochette : gravier.

9. *Ossements divers*

Quelques débris indéterminables provenant de la Pointe de la Rochette (sable gris et gravier).

Annélides

10. *Serpula*

Elles sont de deux formes bien différentes :

La première, de grande taille large d'environ 3 à 4 $^{m}/_{m}$ et couverte de stries assez grosses, concentriques ; elle ressemble très fort à la *Serpula tuba*, de Blackdown.

Loc. : La Rochette : gravier.

La seconde, très étroite, filiforme et recourbée un grand nombre de fois sur elle-même ; paraît être la *Serpula plexus* répandue dans presque tout le Crétacé ; elle a également de grands rapports avec la *Serpula gordialis* du Portlandien.

Loc. : La Rochette : sable gris et gravier.

Mollusques

11. *Exogyra* sp.

Quatre échantillons n'excédant pas 5 à 8 m/m de longueur ; crochet fortement recourbé sur le côté ; il en part une carène qui reste sur le flanc de la coquille ; petite valve plate, operculiforme, contournée (ne se rapproche d'aucune Exogyre figurée).

Loc. : Pointe de La Rochette : Couche tourbeuse et gravier.

12. *Ostrea* sp.

Plusieurs formes différentes mais toutes de petite taille :

1° Coquille carenée ; un des côtés descend doucement vers le bord, l'autre brusquement ; quelques grosses rides sur la carène (c'est peut-être une Exogyre, le crochet manque) ; environ 15 m/m de longueur ;

2° Coquille un peu recourbée, lisse ; environ 10 m/m ;

3° Coquille pourvue d'une aile très grande ; 10 m/m ;

4° Coquille en forme de Gryphée, très convexe, 10 m/m ;

5° Valves operculiformes très petites, plates.

Loc. : La Rochette : Couche tourbeuse, argile grise et gravier.

13. *Mytilus Lyellii?* Fitton, *Trans of th. Geol. Soc. of London*, 2e série, vol. IV, pl. XXI, fig. 18.

Espèce longue d'environ 15 m/m, allongée, convexe près des crochets et pourvue d'une partie saillante qui finit peu à peu vers la région anale, arrondie à son extrémité et très aplatie. La coquille paraît lisse ; elle ressemble beaucoup à celle qui a été figurée par Fitton, malheureusement la taille de son échantillon n'est pas indiquée et d'après la figure elle aurait une dimension plus grande.

Loc. : Pointe de la Rochette : couche tourbeuse (un seul exemplaire).

14. *Trigonia ingens ? Lycett, British fossil Trigoniæ*, p. 24, pl. VIII et XXXVI. (Paleont. Soc.).

Trigonia Edmundi pars, Munier (De Loriol et Pellat Monogr. pal. et géol. des ét. jur. supr^s du Boulonnais, 1873, p. 113, pl. XVI., fig. 4-6).

Dans leur étude MM. Pellat et de Loriol avaient assimilé au Portlandien supérieur le grès ferrugineux de Rupembert et d'Ecault, contenant des moules de Trigonies à peu près semblables à ceux de la *Trigonia Edmundi*, surtout à la variété à tubercules saillants, abondante dans plusieurs couches du terrain Portlandien ; j'ai retrouvé plusieurs morceaux de Trigonies en bon état dans les couches Wealdiennes de La Rochette ; elles appartiennent certainement à la même espèce que celles du minerai de fer ; l'un de ces morceaux montre la charnière, un autre le corselet et un troisième les ornements de la surface : le corselet est assez large, séparé du flanc de la coquille par une carène assez aiguë et couvert de stries fines transverses ; il contient au milieu une partie sillonnée ; vers le bord palléal la carène disparaît peu à peu ; les stries en s'approchant du bord interne de la coquille forment de petites côtes rapprochées, vers l'aréa ligamentaire qui est large et limitée par une carène aiguë. Ornements composés de tubercules arrondis qui forment des séries assez distantes les unes des autres et assez arquées ; ces tubercules sont petits vers les crochets et assez régulièrement disposés sur toute la surface des flancs ; ils disparaissent un peu avant le corselet ; telle qu'elle est, cette Trigonie ressemble à la *Trigonia ingens* du Néoconien inférieur du Norfolk ; je l'ai comparée sans succès avec les autres espèces.

Loc. : La Rochette (courbe tourbeuse) : Rupembert, Ecault, (minerai de fer).

15. *Corbula alata*, Fitton Géol. Trans. Vol. IV, 2e série, planche XXI, fig. 5.

Une seule valve droite bien conservée qui montre : Coquille allongée, plus longue que large, couverte de stries concentriques très fines. Région buccale arrondie à son extrémité; région anale plus longue, rétrécie et tronquée, pourvue d'une partie un peu saillante, limitant un corselet assez grand en forme d'aile. Crochets contournés.

Charnière composée sur la valve droite d'une longue dent cardinale suivie d'une échancrure; latéralement une crête en forme de lame du côté buccal.

Cette Corbule se rapporte aux grands échantillons figurés par Fitton et Lyell.

Loc. : Pointe de la Rochette : couche tourbeuse.

16. *Corbula ferruginea*, de Loriol, Monogr. des ét. sup. du Jurassique de Boulogne-sur-Mer, 1874, planche XI, fig 2 à 5, p. 7.

Sous ce nom on a décrit une espèce trouvée à la fois dans le Terrain Portlandien de Wimille et dans le minerai de fer d'Ecault; il est à supposer que cette identification faite avec doute par M. de Loriol, ne l'a été que parce qu'il considérait ces deux terrains comme étant du même âge, en effet la *Corbula ferruginea* du Portlandien a une forme bien différente de celle du Wealdien (voir à ce sujet les figures 2 et 5, planche XI de l'ouvrage de MM. de Loriol et Pellat); le crochet est bien moins haut et moins allongé; le sillon qui est très fort dans l'espèce de Wealdien manque à peu près dans celle du Portlandien.

J'ai trouvé à la pointe de la Rochette quelques échantillons d'une grande Corbule, mal conservés, qui pourraient

bien se rapporter à la *Corbula ferruginea* du minerai de fer; la forme figurée, venant du Portlandien devra prendre un autre nom.

Loc. : Ecault (minerai de fer), La Rochette?

17. *Corbula* sp.

Coquille petite taille n'excédant pas 3 m/m de longueur ; je n'en connais que le moule, pourvu d'une carène assez saillante du côté anal ; un de ces moules montre une longue dent cardinale.

Loc. : La Rochette : (lentilles de grès).

18. *Cyrena Mantelli*, Dunker.

Coquille allongée, épaisse, marquée de petits sillons concentriques assez larges, peu nombreux et de stries fines situées entre les sillons. Carène aiguë, un peu arquée, partant du crochet et finissant insensiblement vers l'extrémité palléale ; corselet bien marqué, un peu excavé et couvert de stries très fines ; crochets assez élevés, anguleux, recourbés vers la région buccale. Région buccale montrant une petite excavation sous les crochets ; elle est régulièrement arrondie et marquée d'une très légère échancrure ; la région anale montre cette même petite échancrure, elle est longue, rétrécie et tronquée à l'extrémité. Charnière composée de deux dents cardinales correspondant à deux fossettes triangulaires ; deux dents latérales fort longues, surtout la postérieure.

J'ai trouvé quatre ou cinq Cyrènes de cette espèce avec leur test dans le Wealdien de la Rochette, mais il n'y en a qu'une seule absolument intacte ; d'après la description donnée plus haut, on doit la ranger avec la *Cyrena Mantelli*, Dunker, qui est abondante dans les couches Wealdiennes du Hanovre.

Deux autres espèces ressemblent beaucoup à la *Cyrena Mantelli;* ce sont : *Cyrena Pellati* (de Loriol) et *Cyrena angulata* (Rœmer); la première a sa carène absolument droite, ses crochets sont moins élevés, sa région buccale est moins excavée sous les crochets, comme l'indique bien M. de Loriol [1] ; cependant si on trouvait les deux formes dans le même terrain, je crois qu'on n'hésiterait pas à leur donner le même nom ; sa variété large ressemble beaucoup à la *Cyrena ferruginea* qui est bien voisine. La seconde a ses crochets moins saillants, sa région anale est moins acuminée, son corselet plus petit. Le *Cyclas angulata* (Sowerby, non Fitton) s'en éloigne encore plus ; il est beaucoup plus large ; sa carène est moins saillante et ses crochets situés plus haut ; la *Cyrena ferruginea*, de Loriol, est encore à comparer, mais elle a des caractères assez nombreux qui l'en distinguent ; elle se rapproche plutôt des variétés larges de la *Cyrena Pellati*.

Loc. : Pointe de la Rochette : gravier et couche tourbeuse.

19. *Cyrena ferruginea*, de Loriol, Monogr. de l'étage Portlandien de Boulogne-sur-Mer, 1866, pl. V, fig. 8.

Coquille assez abondante à l'état de moule dans le minerai de fer d'Ecault, d'Equihen et de Wimille ; j'indique ses rapports un peu plus haut ; la *Cyrena Pellati* que M. de Loriol cite dans le grès ferrugineux d'Ecault est sans doute une variété de cette espèce.

Loc. : Rupembert, Wimille, Ecault, Equihen (minerai de fer).

20. *Cyrena Equihenensis*, de Loriol, Monogr. des étages supérieurs du Jurassique de Boulogne-sur-Mer, 1875, p. 38, pl. XII, fig. 16.

---

(1) De Loriol et Pellat, *op. cit.*, 1875, 2e partie, p. 41.

On ne connaît que le moule de cette coquille, mais il est plus large que celui de la *Cyrena Pellati* et bien moins rétréci dans la région anale ; ses crochets sont beaucoup plus petits (d'après M. de Loriol) [1].

21. *Cyclas media*, Sowerby, Mineral Conchology, tab 527, fig. 2. — Fitton : Geol. Trans., 2e série, vol. IV, tab XXI, fig. 10.

Coquille presque aussi large que longue, peu épaisse, suborbiculaire. — Crochets très rapprochés de la région buccale, qui est courte ; sur les flancs des stries concentriques bien visibles, assez serrées et irrégulières ; une partie un peu bombée part de la région cardinale et finit à l'extrémité anale, mais elle est très peu visible. — Charnière montrant sur la valve droite une fossette assez profonde et une seconde plus petite, séparées par une crête légère ; deux dents latérales allongées, coupantes ou deux sillons assez profonds. Une petite lunule sous les crochets.

Loc. : Pointe de la Rochette : couche tourbeuse.

22. *Cyclas Tombecki* — *Cyrena Tombecki*, de Loriol, Monogr. des ét. sup. du Jur., 1875, page 39, pl. XIII, fig. 8 et 9.

Ce fossile appartient au genre *Cyclas* plutôt qu'au genre *Cyrena*, d'après sa forme suborbiculaire et très arrondie ; on n'en connaît que des moules ; les dents cardinales paraissent très fortes, mais ressemblent assez à celles de Cyrènes ; peut-être faudrait-il le ranger avec le *Cyclas media*, Sowerby.

Loc. : La Rochette (au sud de la Pointe), minerai de fer.

23. *Cyclas angulata*; Fitton : Observ. on some of the strata between the Chalk and the oxford oolith. — Geol. Trans., pl. XXI, fig. 12.

---

(1) De Loriol et Pellat, *op. cit.*, p. 38.

Je rapporte à cette espèce quelques échantillons un peu plus petits que ceux figurés par Fitton (environ 15 m/m de longueur), mais qui paraissent lui ressembler complètement; la carène est peut-être un peu plus forte sur quelques exemplaires. C'est une coquille peu convexe, ovale, à crochets saillants, pourvue d'une forte partie carénée entre le bord cardinal et l'extrémité anale et de côtes concentriques assez fortes, séparées par des sillons ; ces côtes sont peu nombreuses ; elles sont beaucoup plus fines au-dessus de la carène ; charnière du genre *Cyclas*.

Loc. : Pointe de la Rochette : Couche tourbeuse.

24. *Cyclas parva?* Fitton, Géol. Trans , vol. IV, 2e série, Pl. XXI, fig. 7.

Je ne suis pas certain de la détermination de cette espèce, n'en ayant trouvé que des moules qui montrent cependant bien les dents latérales du genre *Cyclas ;* c'est une coquille petite, presque aussi large que longue, peu épaisse et qui ne dépasse pas 5m/m de longueur ; elle ressemble complètement, comme taille et dimension, à l'espèce de Fitton, mais je n'en connais pas les ornements.

Loc. : Pointe de la Rochette : grès en lentilles.

25. *Unio Valdensis?* Mantell, Geol. of S.-E. of England

J'inscris, sous ce nom, un échantillon incomplet provenant de la Rochette, mais qui ressemble étonnamment à la forme figurée par Mantell ; tous les autres *Unios* s'en éloignent beaucoup, sauf cependant l'*Unio aduncus*, Sowerby.

M. Pellat, dans son travail sur le Jurassique supérieur (1), indique l'*Unio Menkei* à la Pointe-aux-Oies, entre Wime-

(1) Pellat : Terrain Jurassique supérieur du Bas-Boulonnais. Ann. Soc. Géol. du Nord, T. V, p. 195.

reux et Ambleteuse, dans le grès ferrugineux en géodes ; l'espèce qu'il a trouvée en ce point est d'âge tout différent, comme je l'indique plus haut.

26. *Fragments divers de Lamellibranches*

Plusieurs morceaux très incomplets, montrant le plus souventune partie carénée, et qu'il faut sans doute ranger avec les *Cyrena* ou les *Cyclas*; un débris d'une coquille très épaisse, marquée de grosses côtes larges, plates, séparées par des sillons inégaux en largeur, de même que les côtes (peut-être est-ce une *Trigonie*?)

27. *Paludina*

Natica Pellati pars, de Loriol.
id. *Venelia* pars, de Loriol.

M. de Loriol (1) a décrit sous les noms de *Natica Pellati* et de *Natica Venelia* des gastéropodes caractéristiques du Portlandien supérieur (Tour Croï) ; depuis, le minerai de fer d'Ecault et de Rupembert (2) a fourni des gastéropodes à peu près semblables et auxquels on a donné les mêmes noms. Dans la description du *Natica Pellati*, M. de Loriol signale la grande ressemblance qu'il présente avec les Paludines; la seule différence serait une ouverture plus régulièrement arrondie chez ces dernières; il n'est pas douteux que les moules internes de ces gastropodes ne soient des Paludines (je parle des formes du minerai de fer); j'ai trouvé dans le grès de la Rochette plusieurs moules que je range sans hésiter dans ce genre ;

---

(1) De Loriol et Pellat : *op. cit.*, 1874, 1re partie. pl. VIII, fig. 9 à 16.

(2) Pellat : Terrain jurassique moyen et supérieur du Bas-Boulonnais (Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, T. VIII.

ils sont de petite taille et ressemblent aux figures de l'ouvrage de M. de Loriol, cependant la bouche est plus régulièrement arrondie; elle est presque circulaire.

Fitton signale [1], accompagnant dans les sables de Hastings la *Bulla Mantelliana*, une petite Paludine qui a une spire plus courte que *Paludina elongata* et qui pourrait être celle du Bas-Boulonnais.

Loc. : Ecault, Rupembert: minerai de fer. La Rochette : lentilles de grès.

28. *Melanopsis attenuata*, Fitton, Geol. Trans., vol. IV, 2e série, pl. XXII, fig. 5.

Un seul échantillon de cette espèce, de très petite taille (même dimension que la plus petite coquille figurée dans le n° 5); les côtes, comme l'indique la figure, sont seulement visibles près du bord interne de la spire; ouverture ovale, sans passage pour le siphon.

Loc : La Rochette : gravier.

29. *Melania?*

Un moule interne, composé de 7 à 8 tours de spire, étroits; la coquille est de ce fait très allongée; elle rappelle beaucoup le gastéropode figuré dans les Trans. of. the Geol. Soc. of London avec la *Corbula alata* (fig. 5, pl. XXI); peut-être est-ce un Potamide ou même un Cérithe.

Loc. : Pointe de la Rochette : grès

30. *Tornatella Popii?* Fitton, Geol. Trans, 2me série, vol. IV, pl. XXII, fig. 8.

Ressemble à la figure 8 de Fitton, malheureusement celle-ci est mauvaise et n'indique pas bien la forme de la

(3) Fitton : *op. cit.*, p. 346.

coquille; elle a également de grands rapports avec la *Tornatella Leblancii* du Portlandien supérieur.

Loc. : La Rochette : lentilles de grès.

On est étonné en parcourant la liste ci-dessus de voir le mélange intime, dans une même petite couche, de fossiles marins et d'eau douce ; ainsi, on trouve à la fois des restes de poissons marins (*Lepidotus*, *Hybodus*, *Pycnodus*, etc.), associés à un Reptile terrestre : le *Goniopholis ;* des *Cyrènes*, des *Cyclas*, des *Unios*, ainsi que d'autres coquilles d'eau douce ou saumâtre, unies aux genres *Corbula*, *Trigonia*, *Mytilus*, *Ostrea*, etc.

Un remaniement d'une certaine partie de ces fossiles, provenant d'un autre terrain, est inadmissible; en effet, certaines coquilles sont d'une fragilité extrême et se brisent au simple toucher et cependant elles sont souvent entières et bien conservées, au milieu d'autres coquilles brisées.

M. de Lapparent (1) nous a fait connaître la même intercalation, dans le Pays de Bray, de couches marines au milieu de l'assise des grès ferrugineux, formation d'eau douce en grande partie.

C'est un fait très curieux et qui nous montre que parmi les couches d'origine lacustre qui forment le Wealdien du Boulonnais, il en est quelques-unes qui sont dues à des invasions momentanées à la mer ; celles-ci sont très rares sans doute, mais ont leur intérêt ; déjà dans le Purbeckien de Wimille on peut voir un fait de ce genre : des Cyrènes associées à des coquilles marines, telle que le genre *Trigonia* et à des Reptiles terrestres.

Avant de chercher, en nous appuyant sur les fossiles que nous venons d'énumérer, à paralléliser le terrain qui

---

(1) De Lapparent : Le Pays de Bray, page 57.

nous occupe, avec une assise quelconque présentant une faune analogue, jetons un coup d'œil dans les régions avoisinantes, sur les formations qui, au point de vue stratigraphique, ont une structure à peu près semblable.

Le Pays de Bray, sur lequel M. de Lapparent a publié un travail si complet à tous points de vue, nous montre des couches identiques, au premier abord (1); elles commencent par des sables blancs avec argiles réfractaires, surmontés de grès ferrugineux alternant avec des sables jaunes et des glaises noirâtres; la série finit par une glaise panachée.

Mais, si ce terrain présente dans son ensemble un certain rapport avec celui du Boulonnais, les couches qui le composent sont bien moins variées et changent bien moins vite de caractères, et cela sur 50 à 80 mètres d'épaisseur; en un mot, la formation est plus homogène et on peut à peu près retrouver superposées dans tout le Pays de Bray les couches qui viennent d'être brièvement énumérées.

La seule assise qui s'en rapproche un peu plus est celle des grès ferrugineux qui alternent, d'après M. de Lapparent, de la manière la plus capricieuse (2) avec des couches très variées.

Ce que nous venons de dire du Pays de Bray s'applique encore mieux aux couches dites Aachéniennes du Nord de la France et de la Belgique, avec lesquelles on pourrait encore chercher une comparaison : en effet, les dépôts changent très peu dans cette formation et il n'est pas rare, par exemple, de trouver 10 à 15 mètres d'épaisseur de sables blancs sans aucun changement dans la structure ni la couleur de la roche.

---

(1) De Lapparent : Le Pays de Bray, p. 49 et suivantes.

(2) De Lapparent : Le Pays de Bray, page 55.

Voyons si nous serons plus heureux en Angleterre, dans le Weald : cette région montre une épaisseur de couches variant entre 400 et 600 mètres qui, comme celles que nous venons d'étudier, ont une apparence fluviatile ou lacustre.

La partie supérieure du Wealdien anglais est presque uniquement composée d'argile (Weald-Clay) formant une masse homogène, qui ne présente pas la structure variée signalée dans le Boulonnais ; au contraire, la base de cette assise, les Hastings-Sands, ressemble au point de vue stratigraphique aux couches boulonnaises ; l'argile y est encore prédominante, mais entremêlée d'une grande variété de sédiments.

Les sables de Hastings ont une épaisseur qui varie entre 200 et 300 mètres ; à quelle portion de cette masse doit-on rattacher les couches wealdiennes du Bas-Boulonnais ?

Nous allons chercher à résoudre cette question par un examen comparé de la faune :

Les reptiles et les poissons ont, avec les genres du Jurassique supérieur, une affinité très grande ; citons, parmi les reptiles, le *Goniopholis undidens* qui est abondant dans les couches tout à fait supérieures du Portlandien, rangées souvent dans le Purbeck ; sa présence dans le Wealdien est intéressante.

Les poissons existaient déjà tous dans le Portlandien et ont, pour la plupart, été cités dans les couches wealdiennes d'Angleterre (1), cependant le genre *Lepidotus*, que nous avons trouvé en grande quantité, paraît être le *Lepidotus lævis*, que M. Sauvage signale un peu partout dans le Jurassique.

(1) Fitton, *op. cit.*, p. 367.

En Angleterre, ce sont les sables de Hastings qui ont fourni presque tous les débris de poissons connus dans le Wealdien ; le Weald-Clay en contient très peu.

Parmi les Mollusques, la *Cyrena Mantelli* est une coquille répandue abondamment dans le Wealdien du Hanovre ; il est à noter qu'elle présente de grandes affinités avec la *Cyrena Pellati* des couches de Purbeck de Wimille (à part la forme de la carène qui est un peu différente) ; si on les trouvait réunies dans le même terrain on ne pourrait les distinguer.

Mêmes observations pour la *Cyrena ferruginea* qui a de grands rapports avec la variété large de la *Cyrena Pellati.*

Quelques coquilles localisées dans le Boulonnais ne nous offrent rien de nouveau ; ce sont avec la *Cyrena ferruginea*, *Cyrena Equihenensis*, *Cyclas Tombecki*, *Corbula ferruginea.*

Voici maintenant quelques fossiles intéressants ; ce sont :

Le *Cyclas media*, connu dans tout le Wealdien d'Angleterre ; on le trouve des couches d'Ashburnham au Weald-clay supérieur ; la variété allongée que Fitton (1) considère comme la forme jeune de la même espèce paraît surtout représentée ; elle est abondante dans les sables de Hastings du Sussex.

Cyclas angulata est une espèce citée du Purbeck au Weald-Clay supérieur ; elle se trouve surtout dans le Purbeck et l'argile de Weald.

Cyclas parva ? est commun dans le Purbeck-beds, et se retrouve également à la base des Hastings-sands.

Corbula alata qui apparaît dans le Purbeck du Dorsetshire et qui est signalée dans les sables d'Hastings du Sussex ; elle n'est pas connue au-dessus.

---

(1) Fitton, *op. cit.*, p. 177.

Unio Valdensis? est considéré comme caractéristique des sables de Hastings ; on le cite cependant dans l'argile wealdienne.

Mytilus Lyellii? se trouve à la fois dans le Purbeck et les Hastings-sands (Sussex).

Trigonia ingens? est une forme qui, dans le Norfolk, indique le Néocomien inférieur.

Melanopsis attenuata se rencontre à la fois dans les sables d'Hastings du Sussex et le Weald-clay du Dorset.

Tornatella Popii? caractérise les Hastings-sands du Sussex.

Quoique notre liste de fossiles soit très incomplète, elle nous permet de voir que plusieurs d'entre eux présentent de grands rapports avec des formes du Portlandien supérieur ; d'autres sont caractéristiques à la fois du Purbeck et des sables de Hastings ; enfin, ceux qui se trouvent dans le Weald-clay existaient déjà dans les couches inférieures du Wealdien

Les couches wealdiennes du Bas-Boulonnais ne peuvent donc appartenir qu'à la partie tout à fait inférieure des Hastings-sands ; elles correspondent aux *Ashburnham-beds* qui, en Angleterre, servent de base à cette assise.

---

4. Mouvements du sol a l'époque crétacée

Examinons maintenant la chose sous un autre aspect : on sait que les dépôts du Weald se retrouvent dans le Hanovre et la Westphalie avec la même structure ; les caractères minéralogiques et les fossiles correspondent si exactement avec la série anglaise, qu'on ne saurait hésiter à rapporter le tout à un même grand delta (1). Cette idée,

(1) Lyell : Éléments de Géologie, tome I, p. 548.
Fitton : Geology of Hastings.

admise par presque tous les savants actuels, a été dernièrement, de la part de M. Marcel Bertrand, l'objet d'une communication très curieuse (1), dans laquelle il considère tous les dépôts aachéniens du Nord et de la Belgique, comme ayant été formés dans des fleuves ou rivières qui allaient se jeter dans le grand estuaire wealdien, situé au Nord.

Le Pays de Bray qui, par son aspect stratigraphique et ses fossiles marins, se raccorde d'une façon très nette avec les dépôts Néocomiens de la Haute-Marne, d'après MM. Graves et de Lapparent, ferait alors partie d'un autre système s'étendant au sud du précédent.

Mais une chose frappe aussitôt l'esprit si l'on admet cette théorie : c'est le peu d'épaisseur des couches wealdiennes dans le Bas-Boulonnais (20 mètres au maximum) ; il est facile de voir sur les flancs de la colline qui borde la région boulonnaise, où ce terrain est recouvert immédiatement par les argiles aptiennes ou les dépôts albiens, que cette épaisseur n'est jamais dépassée.

La seule manière de résoudre cette question, c'est d'admettre une émersion de la région après les premiers dépôts wealdiens ; on a vu plus haut que la faune indiquait la base de cette assise ; de plus, l'étude des plis jurassiques, que l'on trouvera plus loin, montre bien d'ailleurs que ce n'est pas une simple hypothèse.

Comment, en effet, admettre qu'un même estuaire dans lequel s'accumulaient 500 à 600m de sédiments, aussi bien en Angleterre qu'en Allemagne, n'ait reçu que quelques mètres de dépôts dans le voisinage immédiat du Weald anglais, à quelques lieues de ce pays ?

---

(1) M. Bertrand : Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, tome XX, page LI, 21 mars 1892.

On ne peut croire à une érosion complète de ces dépôts après l'époque wealdienne ; en Angleterre on ne voit rien de semblable.

De plus, les couches supérieures au terrain wealdien dans le Boulonnais, présentent des caractères tout particuliers :

La mer, qui déposa les premières couches marines dans cette région, vint plus tard qu'en Angleterre, où il existe une série de dépôts de grande épaisseur, intermédiaires entre le Wealdien et le Gault : ce sont l'Atherfield-clay, les Hythe-beds, les Sandgate-beds qui, s'ils existent dans le Boulonnais (1) sont tout à fait rudimentaires (à Wissant, d'après M. Ch. Barrois).

La mer continua à avancer peu à peu ; c'est pourquoi les sables ou grès verts à *Ammonites mamillaris* (Folkestone-beds) se montrent, très peu épais d'ailleurs, en quelques points, au sud et à l'est.

Ce n'est qu'à l'époque du Gault que la mer paraît avoir commencé à recouvrir régulièrement le Bas-Boulonnais ; l'argile noire du Gault se trouve partout autour de cette région, mais elle n'atteint pas, à beaucoup près, la grande épaisseur des dépôts anglais.

Enfin, à l'époque Cénomanienne, la série anglaise correspond comme caractères minéralogiques et paléontologiques aussi bien que comme épaisseur à celle du Boulonnais, comme l'a montré M. Ch. Barrois (2).

Les dépôts infracrétacés de cette contrée nous permettent donc de constater que, malgré la grande analogie qu'elle présente avec le Weald, elle ne fut pas soumise aux

---

(1) Les argiles à *Ostrea Leymerii* ont été rangées dans l'Atherfield-clay par M. Topley ; mais comme le dit M. Rigaux, elles correspondent plutôt aux Sandgate-beds ; de cette façon la mer ne serait revenue dans le Boulonnais qu'au commencement du Gault.

(2) Ch. Barrois : Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande, p. 130 et suivantes.

mêmes mouvements du sol : la région fut longtemps un continent sur lequel aucun dépôt ne se forma (Wealdien supérieur, etc.) ; la mer revint par moments, sporadiquement et ne laissa que des sédiments de peu d'épaisseur, jusqu'au commencement du Cénomanien ; ce n'est qu'à cette époque qu'elle correspondit complètement avec celle d'Angleterre.

C'est également l'opinion de M. Ch Barrois (1) ; il place l'envahissement complet du Weald par la mer à l'époque de l'Holaster subglobosus ; à partir de ce moment les deux régions ont suivi le même mouvement d'affaissement.

---

5. Age des plis jurassiques

Les plis qui affectent le terrain jurassique sont bien visibles dans la falaise entre Equihen au sud et le Gris-Nez au nord et ont depuis très longtemps attiré l'attention des géologues (2).

A quelle époque ces ridements se sont-ils produits ?

Suivant M. Hébert, le Bas-Boulonnais formait à l'époque du Gault un bombement qui existait depuis le commencement de l'époque Néocomienne ; il place l'affaissement des couches boulonnaises entre le Gault et le dépôt de la craie glauconieuse.

---

(1) Ch. Barrois : pages 169 et suivantes.

(2) Constant Prévost : Bull. Soc. Géol. de France, 1re série, tome X, pl. IV.

Hébert : Bull. Soc. Géol. de France, 2e série, tome XXIII, p. 232.

Pellat : Monographie de l'ét. portl. des env. de Boulogne, 1866, pl. I.

Hébert : Ondulations de la craie, 3e partie, Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, tome III, p. 530 et suivantes.

M. Marcel Bertrand (1), dans une étude toute récente, reconnaît que le plissement a eu lieu entre la fin du Jurassique et la fin du Néocomien ; on le voit, il y a désaccord entre ces deux théories.

J'ai pu faire quelques remarques nouvelles à ce sujet, en étudiant le terrain Wealdien et sa position sur les couches sous-jacentes ; le mode d'examen que j'ai employé étant différent de celui de M. Bertrand et m'ayant permis de préciser l'âge du plissement d'une manière rigoureuse, je crois utile de donner ici le résultat de mes observations :

1. Le terrain wealdien repose en discordance sur le Jurassique :

A Wimille et Rupembert, il est sur l'équivalent du Purbeck.

A Wimereux, à la Pointe de la Rochette, à Aubengue, à la Pointe de la Crèche, à Ecault et Equihen sur les couches du Portlandien supérieur.

Au Mont-Lambert, à Wicardenne et à Maninghem, il repose sur le Portlandien inférieur.

Le Kimméridien lui sert de base dans la forêt de Boulogne, à la Capelle, à Carly, à la Haute-Forêt et à Samer.

Au nord de Marquise, ainsi qu'à Beuvrequen et près d'Houllefort et de Colembert, on peut le voir superposé aux argiles oxfordiennes.

Au nord de Leulinghem et de Réty sur le terrain Bathonien.

Enfin à Landrethun, au sud de Caffiers et d'Hardinghem, il surmonte les terrains primaires.

Les couches wealdiennes reposent donc tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre des couches jurassiques ; celles-ci étaient

(1) Bertrand : Sur la continuité du phénomène de plissement dans le bassin de Paris : Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, 1892, tome XX, page 118.

déjà redressées dans la position qu'elles occupent encore vers le nord-est, lorsque les eaux wealdiennes vinrent recouvrir le pays.

Nous avons là un premier mouvement qui s'est produit entre le Purbeck et le terrain wealdien inférieur ; comme le premier est rudimentaire dans le Boulonnais, ou même absent, d'après certains savants, on peut placer ce relèvement à l'époque Purbeckienne. Il y a eu sans doute un laps de temps assez long entre les deux formations, témoins les ravinements profonds situés sous le terrain wealdien.

2. En plus de ce premier ridement, il en existe d'autres plus importants, perpendiculaires aux premiers, dirigés à peu près Nord-Ouest Sud-Est, et rendus visibles dans les falaises.

Or, à l'encontre des premiers, tous ces plissements du Jurassique, le terrain wealdien les suit complètement ; nous allons le démontrer par quelques indications ;

Le Wealdien se montre près de la batterie de Terlincthun à + 100 mètres d'altitude ; on le revoit près de la station de Wimille à + 30 mètres ; entre ces deux points on peut l'observer à des hauteurs intermédiaires à Honvaut, en face de la Tour Croï, dans les carrières d'Auvringhem ; cette descente au Nord est le résultat du pli jurassique de la Crèche qui vient finir doucement à la vallée de Wimereux.

De l'autre côté de la rivière on ne trouve aucun affleurement ; ce n'est qu'au sommet de la colline qui limite au Nord la vallée que réapparaît le Wealdien ; de ce point il descend jusqu'au niveau de la Slack de + 70 m à + 10 m. environ.

Comme on le voit, le Wealdien suit ici les ondulations du Jurassique, et la faille du Wimereux le fait remonter de + 30 m. à + 70 m. d'altitude.

Du Mont-Lambert, à + 185 m., le terrain wealdien descend à Wicardenne à + 110 m.; à Rupembert, à Olincthun et au Mont-Rouge (sommet), il est à + 80 m ; dans les carrières de Wimille il n'est plus qu'à + 60 m.; de l'autre côté de la faille du Wimereux il varie entre + 90 m. et + 110 m.

Le Wealdien suit non seulement ces grands mouvements mais aussi les petites inclinaisons ; comme exemple, citons la descente d'Equihen au Cap d'Alpreck ; entre ces deux points le Jurassique s'abaisse doucement de + 100 m. à + 50 m. Le Wealdien peut s'observer à Ecault et à Equihen vers 100 à 110 m., à + 80 m. au Moulin de Gravois, entre Alpreck et Ningles à + 50 m.

Les grands plissements dirigés Est-Ouest et les grandes failles qui en résultent sont donc d'un âge plus récent que le dépôt des couches wealdiennes dans le Boulonnais.

Or, je montre plus haut qu'il faut admettre qu'un mouvement d'exhaussement eut lieu après leur formation, d'après l'étude stratigraphique et paléontologique; ces deux observations viennent apporter la même conclusion : les plissements et les failles du terrain Jurassique se sont formés après les couches d'Ashburnham, au commencement de l'époque wealdienne ; ce sont eux qui ont donné naissance à ce bombement qui a duré pendant l'époque néocomienne et qui s'est affaissé peu à peu ensuite, lentement entre l'époque aptienne et le cénomanien, puis brusquement jusqu'à l'époque de la craie supérieure.

L'étude des plis du terrain Crétacé supérieur, autour du Boulonnais, me permet d'affirmer que ceux-ci n'ont pas de relations directes avec ceux du Jurassique; en effet le pli de la Crèche va passer par Desvres ; en ce point la craie ne subit aucun plissement visible.

De même les failles du Wimereux et de Beuvrequen s'arrêtent avant d'arriver aux couches crétacées supérieures; sur leur prolongement je n'ai vu aucune saillie correspondante dans la craie.

Il est vrai de dire que c'est entre ces trois lignes de plissements que se trouve l'axe crétacé (1); il est probable que les ridements se sont produits à l'époque de la craie supérieure suivant les mêmes lignes en formant un seul pli, plus considérable.

Seule l'ondulation que M. Bertrand signale entre Hardinghem et le Mont-Lambert se continue sous le Crétacé; on peut le constater en descendant de Caffiers au Blanc-Nez et en comparant les différences d'inclinaison des couches en ces deux points.

Dans tout ceci je suis heureux de constater que mes observations concordent avec les idées émises tout récemment par M. Bertrand; il y a même un fait qui répond complètement à ma manière de voir : l'éminent professeur admet que le dôme de Weald n'empiète sur le Boulonnais que par le petit massif du Gris-Nez; de cette façon il est facile de comprendre pourquoi les mouvements du sol du Boulonnais n'ont pas correspondu à ceux du Weald.

Conclusions

1° Les sables et argiles bariolées appartiennent d'après leurs caractères pétrographiques aux sables d'Hastings;

2° Les minerais de fer d'Ecault et de Rupembert sont wealdiens et non jurassiques;

3° La faune et l'étude des mouvements du sol montrent que le Wealdien du Bas-Boulonnais se rattache aux Ashburnham-beds;

(1) Parent : Ann. Soc. Géol. du Nord. tome XX, p. 326, pl. III.

4° Les plissements du terrain jurassique se sont produits d'une façon continue, mais principalement les uns à l'époque Purbeckienne, les autres vers le Wealdien moyen ; les plis crétacés se sont formés plus tard à peu près suivant les mêmes lignes.

Séance du 1er mars 1893

La Société admet comme Membres titulaires, MM. :

L. Flipo, propriétaire à Lille.

B. Schmidt, ingénieur à la Compagnie royale asturienne, à Auby.

M. **Gosselet** fait la communication suivante :

J'offre à la Société une petite brochure intitulée : *Les Collines de l'Artois.* C'est la communication que j'ai faite au Congrès international des Sociétés de Géographie de France au mois de septembre dernier. Elle reproduit presque intégralement une de mes leçons de Géographie physique.

Je donne ces détails pour expliquer pourquoi je n'ai pas citer les notes si importantes publiées récemment par M. Marcel Bertrand. Je ne les possédais pas quand j'ai donné le bon à tirer de mon article.

Celui-ci est essentiellement géographique. Je n'examine le côté géologique de la question que pour discuter les définitions qu'on a données de l'axe ou pli de l'Artois, par rapport aux collines. J'ai donc passé sous silence les travaux qui ont étudiés l'axe de l'Artois au point de vue géologique, sans en modifier la définition.

M. Gosselet présente ensuite des échantillons qui lui ont été remis par M. **Ch. E. Bertrand** pour la collection de la Faculté. M. Bertrand les a accompagnés d'observations qu'il est bon de conserver.

8286 (1). L'échantillon de Boghead d'Autun, qui provient du puits des Thelots, c'est-à-dire de l'extrémité est de la couche. Il a été pris en plein banc. Un trait rouge marqué sur une face indique l'horizontale. La face qui porte ce trait doit être placée verticalement. Ce morceau serait très bon pour y faire faire des sections.

8285. Grand échantillon de Boghead provenant de la descenderie de Margenne. Extrémité ouest de la couche à 6 kilomètres environ des Thelots. Cet échantillon a été pris à la partie supérieure du banc de Boghead, de manière à avoir son contact avec les schistes supérieurs. Il montre, en effet, les schistes en place sur le Boghead (point marqué 266 sur la face supérieure). Il contient trois nodules siliceux en place. Les nos 1 et 2 tout à fait supérieurs relèvent le schiste qui est au-dessus. Ces deux nodules montrent leur alignement le long d'une même fente. Sur la crête supérieure des trois nodules, on voit un sillon vague, qui indique la trace de leur fente médiane.

Les nodules 1 et 2 sont plus gonflés que le nodule 3. Celui-ci serait meilleur pour la recherche des noyaux cellulaires. Sur l'un des flancs du morceau sont des fentes de retrait toutes récentes. Elles sont vides. Les fentes de retrait anciennes sont comblées par la calcite comme celle qui fait le revêtement blanc des nodules 1 et 2.

L'aspect résineux de la région marquée à la face inférieure est dû à de la thélolite qui imprègne assez fortement ces points plus brillants. Il n'y a pas toutefois de beaux lenticules de cette matière.

Comme il serait bien difficile d'avoir un autre échantillon montrant les nodules en place et leur alignement, je vous serai bien obligé de veiller à ce qu'on ne brise pas celui-ci qui me paraît être une pièce de Musée.

(1) Ces chiffres indiquent les numéros du Catalogue de la Faculté.

8284. Échantillon de *Sporite* de la Réunion. Cette matière est exclusivement formée de spores de *Cyathea* et de spores d'un champignon. Elle forme le sol de la caverne du Piton des Roches, Plaine des Palmistes, altitude 1.200 m., dans l'île de la Réunion. L'échantillon que je vous envoie provient de la surface même du sol de la Grotte; j'en attends d'autres pris plus profondément.

La sporite est formée d'éléments figurés réduits à leur paroi cellulaire. Celle-ci est une membrane cellulosique fortement cutinisée.

M. Parent fait les communications suivantes :

Notes supplémentaires sur les **Plis du Nord de l'Artois,**

par M. **H. Parent.**

Pl. V.

On sait que le bassin houiller franco-belge paraît se terminer à Fléchinelle et que malgré de nombreuses recherches la direction de son prolongement vers l'ouest n'a encore pu être établie.

Or, il est une remarque faite depuis longtemps par M. Gosselet : c'est que la houille est toujours limitée au sud, dans le Pas-de-Calais, par la saillie très accentuée des terrains Crétacés, nommée par M. Hébert : Axe de l'Artois ; il est donc logique de chercher d'abord à connaître la position exacte de l'Axe de l'Artois vers l'ouest.

Cette question vient d'être traitée tout récemment par M. Marcel Bertrand, dans un remarquable mémoire intitulé : Du raccordement des bassins houillers du Nord de la France et du sud de l'Angleterre (1). Se basant sur le principe de la reproduction des plis suivant les mêmes lignes,

(1) Annales des Mines. Livraison de janvier 1893.

d'après l'ancienne loi de Godwin-Austen, appliquée par M. Ch. Barrois, lors de ses études sur le Crétacé d'Angleterre (1), M. Bertrand recherche la position du bassin houiller sous les couches crétacées en observant les ondulations de celles-ci. Pour cela il se base :

1° Sur les courbes de niveau du Crétacé inférieur (Wealdien) du Bas-Boulonnais ;

2° Sur celles de la surface des terrains anciens du bassin houiller.

Pour réunir ces courbes de niveau, il est nécessaire de connaître l'altitude d'une zone quelconque du terrain Crétacé supérieur, qui seul affleure entre ces deux régions ; c'est ce qu'a fait en partie M. Bertrand en utilisant les coupes contenues dans mon dernier travail (2) ; malheureusement en établissant les courbes de la surface des terrains primaires, entre Fauquembergue et le Bas-Boulonnais, M. Bertrand n'a pu que se servir de la feuille géologique de St-Omer, à laquelle de grandes modifications doivent être faites ; je ne citerai que quelques faits qui montreront le peu d'exactitude de la carte en différents points : ainsi le Cénomanien qui affleure dans la vallée de l'Aa, est indiqué comme Turonien ; certaines collines sont teintées de la nuance adoptée pour la Craie sénonienne et sont cependant constituées par la craie à *Terebratulina gracilis* ou même par la marne à *Inoceramus labiatus ;* on conçoit qu'en établissant de nouvelles courbes de niveau, sur une carte révisée, on obtienne un tout autre résultat : les courbes se ferment alors et montrent au nord le bombement du Boulonnais nettement séparé du massif de l'Artois, situé au sud.

---

(1) Recherches sur le Crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande, p. 116 et suivantes.

(2) Étude sur la Craie à Micraster du Boulonnais (Bull. Soc. Géol. du Nord, Tome XX, p. 304).

M. Bertrand reconnaît l'existence d'une ligne de points hauts, allant de St-Omer au Bas-Boulonnais, dans la direction de Harlettes; elle correspond à un axe anticlinal. Quant à la ligne de points bas allant de Delette à Enquin, par Fauquembergue et constituant le fond d'un pli synclinal, M. Bertrand suppose qu'elle se bifurque avant d'arriver à Fauquembergue; une branche se dirigerait vers Delette, l'autre au sud-est vers Fruges. M. Bertrand admet alors que le second pli synclinal, celui de Fruges, est le plus important et qu'il est la continuation de celui d'Hucqueliers, Enquin, tandis que le synclinal de Fauquembergue, de moindre importance, ne serait qu'un plissement perpendiculaire au ridement général.

Or, la profonde dépression alignée entre Werchocq et Fruges, que M. Bertrand signale, toujours d'après la carte géologique au $\frac{1}{80.000}$, non seulement n'existe pas, mais on peut dire que ce synclinal nord-ouest sud-est est remplacé par un pli anticlinal bien accusé, que M. Gosselet reconnut le premier et qu'il nomma Plateau de Fruges; l'axe de ce plateau suit une ligne dirigée à peu près est-ouest, de Rimeux à Quilen (1); il vient donc se relier à Rimeux à l'axe de l'Artois connu dans la vallée de la Lys depuis longtemps.

La craie à *Micraster breviporus* est à la même altitude, c'est-à-dire entre 180 et 185^{m}, entre Herly ou Quilen et la vallée de la Lys ; au sud cette zone de craie, très facile à suivre, descend lentement (car en ce point le pli est très large), cote + 147^{m} à Fruges (2) et arrive à Blangy-sur-Ternoise vers 60^{m} d'altitude; au nord elle plonge brus-

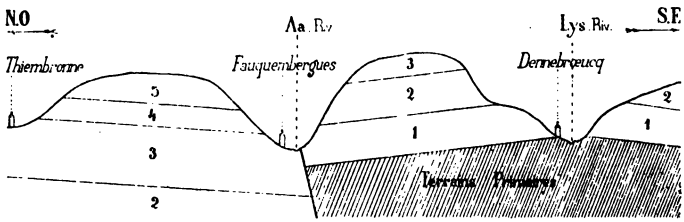
(1) M. Gosselet : Les collines de l'Artois (Congrès national des Sociétés de Géographie de France, XIIIe session. Lille 1892, p. 6.)

(2) M. Gosselet : *op. cit*, p. 6.

quement vers la vallée de l'Aa, de façon à affleurer sur la rive droite, vers Werchocq, entre 60 et 70m.

M. Marcel Bertrand prolonge alors l'Axe de l'Artois vers le Bas-Boulonnais, par Fauquembergue; cela se comprend très bien si l'on fait passer le synclinal d'Hucqueliers au sud de l'Axe de l'Artois; je viens de montrer qu'il ne pouvait en être ainsi. De plus, on constate qu'il y a à Fauquembergue un synclinal très accentué, perpendiculaire à la direction que M. Bertrand donne à cet axe; la ligne de dépression que je signale n'est pas un accident secondaire; elle suit la vallée de l'Aa en diminuant peu à peu d'importance à mesure qu'on se rapproche de la source; au-delà le relèvement paraît se continuer, indiquant sans doute la fin du pli de l'Artois.

A Fauquembergue, situé sur la ligne axiale tracée par M. Bertrand, le synclinal est même exagéré et paraît divisé par une faille; en effet, à l'est de l'Aa, on voit, à l'altitude 100m, la partie supérieure de la marne cénomanienne; de l'autre côté de la rivière, à la même altitude, on trouve les fossiles de la craie à *Micraster breviporus*. La coupe que j'ai donnée dans mon étude sur cette région ( ) ne montrant pas bien le plongement très rapide des couches je la rectifie ici :



1 Cénomanien, 2 A. à *J. labiatus*, 3 A. *T. gracilis*, 4 A. à *M. breviporus*, 5 A. à *M. cor testudinarium*.

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, T. XX, pl. III, fig. 5.

Enfin entre l'axe du Boulonnais et celui de l'Artois établis comme nous venons de l'indiquer, il existerait d'après M. Bertrand trois autres plis : un anticlinal et deux synclinaux, dirigés parallèlement et allant réunir les courbes de niveau du terrain Wealdien du Boulonnais à celles de la surface du bassin houiller. Mais l'existence de ces trois plis n'est pas probable, pour les raisons suivantes :

Les courbes de niveau de la surface des terrains primaires annoncent sur leur parcours une ligne de dépression entre Rémilly et Ouve ; il n'y a donc pas un anticlinal en cet endroit ; de plus il est difficile d'admettre que les plis synclinaux puissent passer : celui du Nord aux environs de Harlettes, c'est-à-dire au point où la craie à *Micraster breviporus* est à 210^{m} d'altitude (la plus grande hauteur atteinte par cette zone autour du Boulonnais) ; celui du sud entre Viel-Moutier et Courset, dans une région où le même niveau cote à peu près 200^{m} d'élévation, et cela quand l'axe de l'Artois, passant à Longfossé, porterait à la même hauteur la craie à *M. breviporus* et que celle-ci serait le long de l'axe du Boulonnais, tracé par M. Bertrand, entre Bouvelinghem et Ferques à une altitude toujours inférieure à 200^{m}.

Les couches situées le long des lignes synclinales seraient à une altitude parfois supérieure, ou au moins égale, à celles qui suivent les lignes anticlinales.

Pour toutes ces raisons je fais passer l'axe de l'Artois au sud du Bas-Boulonnais, suivant une ligne C H' G E' F D' C' (voir la carte Planche V) ; il est séparé de l'axe anticlinal A A' du Boulonnais par un pli synclinal B B'.

J'ai figuré dans la planche V une carte des ondulations de la craie dans le nord de l'Artois, en me basant sur les courbes de niveau de l'assise à *M. breviporus*, tracées de 50 en 50^{m}, et aussi d'après l'altitude des divers affleu-

rements du Crétacé et l'épaisseur de celui-ci calculée en plusieurs endroits.

On y voit d'abord la ligne de hauteurs A A' correspondant à l'axe du Boulonnais et la dépression B B' constituant un synclinal ; ces deux plis ont été étudiés dans un autre travail (1).

Au sud, la ligne noire C C' correspond à l'axe de l'Artois, bien marqué d'ailleurs par les courbes de niveau + 100m et + 150m. Cette ligne de hauteurs qui suit de Farbus à Fléchin une direction presque rectiligne sud-est nord-ouest, se coude brusquement à Fléchin et forme un pli est-ouest entre cette localité et Audincthun ; enfin, troisième changement, également très accusé, à Audincthun où l'axe de l'Artois tourne au sud-sud-ouest pour reprendre peu à peu la direction de l'ouest.

Il est à remarquer que ces différentes orientations correspondent à des changements dans la configuration du pli : Ainsi, à Fléchin, nons voyons finir la faille qui limitait au nord, depuis les environs de Lens (Aix-en-Gohelle), l'axe de l'Artois ; on peut s'en convaincre en longeant cette faille de Pernes à Febvin : A Pernes, on voit les marnes à *Holaster subglobosus* buter contre la craie à *Micraster cortestudinarium ;* quelques kilomètres plus loin, à Febvin, les couches du Cénomanien supérieur sont à la même hauteur que les marnes à *Terebratulina gracilis*, surmontées de la craie à *Micraster breviporus* (au sommet de la colline au nord de Febvin). Enfin à Fléchin on trouve au sud du village la zone à *Inoceramus labiatus* et au nord la craie à *Terebratulina gracilis ;* si la faille existe en ce point, elle est bien réduite ; au-delà, elle est remplacée par un pli montrant néanmoins un plongement brusque vers le Nord.

Cette première inflexion du plissement est encore

(1) Parent, *op. cit*, p. 329.

indiquée à Fléchin par la formation d'un anticlinal D D', perpendiculaire à l'axe principal C C'; en effet, tandis que la chute brusque des couches crétacées vers le nord est partout très accentuée, entre Fléchin et Estrée-Blanche la descente est très lente; dans cette dernière localité la craie à *Micraster breviporus* affleure encore à 5 kilomètres au nord de l'axe; puis au nord d'Estrée-Blanche le plongement devient très rapide (inclinaison 20°).

Le deuxième changement dans la direction est indiqué par la formation de deux anticlinaux, dirigés l'un au nord l'autre au sud; l'existence de ces deux plis secondaires explique l'amplitude de l'axe de l'Artois en ce point et justifie bien la dénomination de Plateau que M. Gosselet a donnée à cette portion du pli.

Le premier, E E', celui du Nord, est des plus manifestes; pour le prouver comparons d'abord l'inclinaison des couches au nord de l'axe de l'Artois dans la vallée de la Lys, c'est-à-dire un peu à l'est de ce ridement secondaire, avec la pente de celui-ci dans la même direction. Le Cénomanien et le Turonien disposés horizontalement au bord de la Lys à Waudonnelle plongent brusquement et disparaissent entre Lilette et Nouveauville, distancés d'un kilomètre. Au contraire, si l'on se dirige des hauteurs qui séparent Fauquembergue d'Audincthun, vers le nord, on voit la marne à *Inoceramus labiatus* qui cote + 150^{m} au sud-est de Fauquembergue, descendre très doucement, être remplacée 2 kilomètres plus au nord par la craie à *Terebratulina gracilis* et à Avroult par l'assise à *Micraster breviporus;* enfin à l'est d'Ouve on aperçoit la zone à *M. cor testudinarium* toujours à la même altitude, après 10 kilomètres de parcours. Cette ligne de hauteurs peut être suivie sur la rive droite de l'Aa dans les mêmes circonstances.

Le second pli, FF', dirigé vers le sud est bien visible le long de la vallée de la Lys entre Dennebrœucq et Verchin

(ce pli fait apparaître le terrain cénomanien sur une longueur de 10 kilomètres) ; au delà de Verchin il est indiqué par une saillie qui laisse voir la craie à *Terebratulina gracilis* jusqu'à Anvin, où la vallée de la Ternoise met à jour le Turonien inférieur jusqu'en amont de St-Pol ; au contraire d'Anvin à la Canche on ne voit que la craie sénonienne ; on a là un pli synclinal qui va rejoindre celui de la Canche.

Si l'on continue à suivre l'axe de l'Artois à l'ouest, on trouve très peu de plis secondaires à signaler, sauf cependant ceux de Quileu G G' et d'Enquin H H' ; le premier va rejoindre au sud le synclinal de la Canche ; le second est marqué par un relèvement du synclinal de l'Aa, à l'ouest d'Hucqueliers.

Hydrographie de la région

Dans ses savantes leçons de Géographie physique, professées l'an dernier, M. Gosselet insista sur la véritable position de la ligne de partage des eaux qui descendent à la mer du Nord et à la Manche, dans le Pas-de-Calais. D'Archiac faisait coïncider cette ligne avec l'axe de l'Artois ; M. Gosselet la fit passer un peu au sud par une série de hauteurs qu'il nomma collines de Fiefs (1) ; c'est dans ces collines que prennent naissance, aussi bien au nord qu'au sud, les cours d'eau des deux bassins.

Les rivières qui se rendent à la mer du Nord traversent donc un pli considérable, comme celles du Weald en Angleterre, mais avec cette différence que dans le Weald elles se dirigent à la fois vers le nord et vers le sud.

M. Barrois a montré (2) qu'en Angleterre, ce sont les plissements de la craie qui ont déterminé le cours de ces rivières ou, en d'autres termes, qu'elles coulent dans des vallées préexistantes.

(1) *Op. cit.*, p. 5.
(2) *Op. cit.*, p. 183.

Les cours d'eau du nord de l'Artois ne paraissent pas, au premier abord, obéir à cette loi, quand on examine l'ancien tracé de l'axe de l'Artois ; mais en jetant les yeux sur la carte ci-jointe (Planche V) on remarque de suite qu'une rivière importante, l'Aa, descendant des hauteurs du Boulonnais, suit sur un long parcours la dépression qu'on peut appeler *synclinal de l'Aa*, BB' ; puis elle va rejoindre à Lumbres l'anticlinal du Boulonnais AA' et tourne brusquement à l'est avec les ruisseaux d'Acquin et de Bléquin, qui lui impriment cette direction.

La Lys se prête à une explication semblable ; elle suit de sa source à Dennebrœucq un anticlinal secondaire FF' puis descend vers la plaine

Enfin les autres rivières, moins importantes, paraissent couler suivant des lignes de fracture, telles : la rivière de Fléchinelle qui suit un anticlinal DD', la Clarence qui coupe le pli de l'Artois en suivant une faille dirigée perpendiculairement à celui-ci (sur la rive gauche de la rivière, à Pernes, on constate la présence de roches primaires surmontées du cénomanien inférieur ; de l'autre côté de la Clarence on exploite à la même altitude les marnes à *Terebratula gracilis*). Au sujet de la Lawe et de la Souchez, je n'ai fait aucune observation, cependant un affluent de la Lawe, la rivière d'Houdain coule dans un pli synclinal très accusé.

La Géologie vient nous fournir encore un renseignement très curieux sur le régime de deux cours d'eau importants, la Lys et l'Aa ; ces rivières, bien voisines dans la première partie de leur cours, puisque entre Fauquembergue et Dennebrœucq elles ne sont séparées que par une colline large de 5 kilomètres, s'alimentent à des nappes aquifères bien différentes et ont par suite une abondance d'eau d'inégale valeur.

La Lys prend sa source à Lisbourg dans les marnes à *Inoceramus labiatus*; elle coule ensuite longtemps entre deux hautes collines formées uniquement de marnes presque imperméables (Cénomanien et Turonien inférieur); l'eau qui tombe sur les flancs de ces hauteurs ruisselle donc sans trouver d'issue et arrive toujours à la Lys.

Au contraire, l'Aa prend naissance à Bourthes dans la craie blanche sénonienne, qui lui sert de lit sur un long parcours; les bords de la vallée sont constitués par la même craie jusqu'aux environs de St-Omer, sauf en une portion de la rive droite, entre Werchocq et Fauquembergue.

Ainsi s'expliquent en partie les inondations si fréquentes, provoquées par le débordement des eaux de la Lys, dans la Plaine des Flandres et le peu d'importance de celles de l'Aa.

Carte géologique du fond de la mer tertiaire

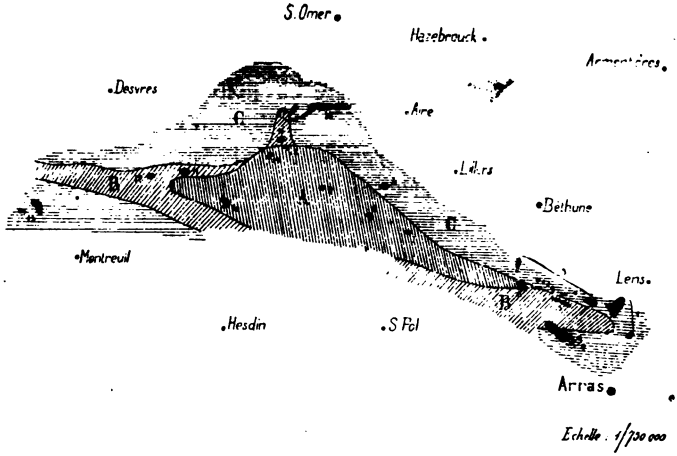
Après avoir déterminé avec soin les conditions de gisement des lambeaux du Terrain Tertiaire du nord de l'Artois, sur les divers assises crétacées, on peut connaître « l'allure des mouvements subis entre le dépôt de la craie et le retour de la mer tertiaire » (1) dans cette région. On a alors la carte géologique du fond de la mer tertiaire.

J'ai pu en appliquant la méthode suivie par M. Bertrand et en m'appuyant sur les mêmes caractères, limiter sur une carte au $\frac{1}{500.000}$ les différentes aires de superposition du Tertiaire sur le Crétacé, au nord de l'Artois.

La carte ci-contre montre :

A la terminaison orientale du pli de l'Artois, les sables tertiaires (e IV et e V) reposant sur la craie à *Micraster cor testudinarium*, à Givenchy et au sud de Carency (voir la carte : 1 et 2);

(1) M. Bertrand : *op. cit.*, p. 32.



A. Points où les sables tertiaires reposent sur la craie à *Terebratulina gracilis*.

B. Points où le Tertiaire repose sur l'assise à *Micraster breviporus*.

C. Points où le Tertiare repose sur la craie à *M. cor testudinarium*.

Au nord de la faille de l'Artois, sur la partie supérieure de la même assise, au sud d'Aix, de Bouvigny, de Westrehem (près Febvin) (3 et 4)

Au sud de cette même faille ils ont pour base dans le bois de Bouvigny (5) la craie à *Micraster breviporus*, dans le bois d'Olhain (6) la zone à *Terebratulina gracilis* (partie supérieure), au nord-ouest de Pernes (Bois de la Ville), à Fiefs et à Laires (7, 8 et 9) la même craie.

Vers l'ouest, à Maisoncelle (10) on trouve encore un lambeau de Tertiaire surmontant la craie à *T. gracilis* et à Wicquenghem et au sud d'Hucqueliers (11 et 12) la craie à *Micraster breviporus*.

Au sud du pli de l'Artois, à Montreuil (13), c'est la partie supérieure de l'assise à *M. cor testudinarium* qui supporte le Landénien.

Au nord de ce même pli, on peut suivre les sables glauconieux en descendant graduellement du sud de Fauquembergue (14) où ils reposent sur l'assise à *Inoceramus labiatus* (partie supérieure) jusqu'à Thérouanne (18) sur la craie à *M. cor testudinarium*, en passant par les niveaux intermédiaires : A l'ouest de Coyecque (15) ils se trouvent en effet sur la partie supérieure de la craie à *Terebratulina gracilis*, à Avroult (16) sur la zone à *Micraster breviporus*, à Dohem (17) sur la base de l'assise à *M. cor testudinarium*.

Le pli de l'Artois dont on plaçait la formation vers l'époque Laekenienne (1) *existait donc longtemps avant cette période; il s'est probablement effectué lentement, à mesure que les sédiments crétacés se déposaient;* la mer tertiaire vint ensuite niveler toutes les couches et laissa quelques traces de son passage ; enfin après son retrait eut lieu le glissement ou l'effondrement de la partie située au nord de la faille, sans doute à l'époque Laekenienne.

Les **grès primaires** *de l'Artois,*

par M. **H. Parent.**

Pl. II.

Aux environs d'Houdain (Pas-de-Calais), entre Beugin et La Comté, on exploite dans de nombreuses carrières ouvertes pour la plupart tout récemment, des grès blancs alternant avec des couches de schistes rouges.

Ces carrières sont situées sur les deux rives de la vallée

(1) M Potier, Association française, Lille, 1874.

de la Lave, et se suivent du Nord au Sud pendant environ 2 kilomètres ; on y voit la série suivante :

1 Grès gris-noirâtre, surmonté de psammites gris-jaune.
2 Schistes micacés verts (de couleur brune à la surface)
3 Grès blanc avec lits schisteux intercalés.
4 Schistes rouge-violacé avec bancs de grès gris.
5 Psammites jaunâtres.
6 Grès blancs en bancs épais, surmontés de grès en plaquettes.
7 Psammites de couleur grise.
8 Schistes rouges avec bancs de grès gris.
9 Schistes rouges et psammites rouges.
10 Psammites et grès gris-verdâtre.
11 Psammites très feuilletés, gris.
12 Grès sans stratification, gris-jaunâtre.
13 Psammites jaunes.
14 Grès blanc-rosé.
15 Schistes verdâtres.
16 Schistes jaunes, ferrugineux, avec bancs de grès et psammites jaunes.
17 Schistes rouge-violacé, avec minerai de fer.
18 Schistes rouges.
19 Grès blanc en bancs épais.
20 Grès jaunâtre en petits bancs.
21 Grès en plaquettes.
22 Grès brun-noirâtre compact, avec bancs d'argile vert pâle et rouge.
23 Psammites en bancs peu épais.
24 Argile rouge.
25 Grès blanc.
26 Grès rose et schistes rouges.

Cette dernière couche affleure dans le village de La Comté ; elle est exploitée dans une petite carrière au Nord de cette localité.

Les mêmes bancs se répètent un grand nombre de fois ; les grès blancs forment des couches régulières, en bancs épais et sont presque toujours surmontés de lits minces du

même grès; ceux-ci, à leur tour, passent à des psammites, puis à des schistes. Cette succession peut se voir à peu près dans toutes les carrières entre Beugin et La Comté.

L'inclinaison de toutes ces couches varie entre 18 et 20°; comme elles sont visibles sur une étendue de 2 kilomètres, on peut leur donner un peu plus de 700 mètres d'épaisseur.

Dans la vallée de la Lys, les mêmes grès sont exploités à Matringhem, à Vincly, à Dennebrœucq; partout où on peut les observer, ils plongent vers le sud et présentent la même inclinaison (de 15 à 20°); on peut les suivre le long de la Lys pendant un peu plus de 4 kilomètres ; nous avons ici une épaisseur d'environ 1.400 mètres.

M. Gosselet a montré que tous les affleurements primaires du nord de l'Artois appartenaient au rivage nord du bassin de Dinant; sur la côte du Condros, les grès et schistes rouges appartiennent au Gédinnien supérieur, au grès d'Anor et au Coblenzien tout entier; or, M. Gosselet, donne à ces étages une épaisseur de 4.500 mètres sur le bord sud du bassin de Dinant, tandis qu'au nord ils n'auraient que la moitié de cette épaisseur à peine, soit un peu plus de 2.000 mètres (1); il est donc probable que ces trois étages sont représentés, au moins en partie, dans les affleurements du nord de l'Artois.

M. **Gosselet** expose la méthode qui a guidé M. Marcel Bertrand pour la reconstitution des anciennes rides du terrain crétacé et des terrains anciens.

M. **Ch. Barrois** signale une excursion que doit diriger M. Reid aux environs de Norwich, pendant les vacances de Pâques.

---

(1) M. Gosselet : L'Ardenne, p. 394.

Séance du 15 Mars 1893.

M. **Gosselet** fait part de la mort de M. Lossen, membre associé de la Société géologique du Nord. M. Lossen est l'auteur de travaux de premier ordre, qui lui assureront une place importante dans l'histoire de la science.

M. **Helson** fait une communication sur les minerais de fer du Midi et particulièrement sur les concessions des Pyrénées Orientales.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur le Rouvilligraptus Richardsoni de Cabrières

par **Charles Barrois,**

Pl. 3 et 4.

M. Chas. Lapworth a classé comme suit (1), en 1873, les *Dichograptidæ*, cette famille si curieuse des graptolites ordoviciens :

Famille des Dichograptidæ : Hydrosomes à branches régulières. Hydrothèques prismatiques, rectangulaires, aplaties, en contact sur toute leur étendue et à muraille interne légèrement courbe. Sicule persistante, dont le bout effilé constitue l'extrémité proximale de l'hydrosome adulte.

(1) Chas. Lapworth : Geological magazine, 1873, vol. X, p. 555.

a. Hydrosome simple, pas de funicule, à 2 branches simples.	Gen 9. *Didymograptus*, Mc Coy.	*D. Murchisoni*, Beck.
b. Hydrosome composé, le gros bout de la sicule porte un funicule.		
I. Funicule à divisions dichotomes fréquentes. Branches chargées d'Hydrothèques simples, terminales, disposées radiairement et en nombre correspondant aux subdivisions du funicule.		
1. Branches au nombre de 4	Gen. 10. *Tetragraptus*, Salter.	*T. crucifer*, Salt.
2. id. id. 8	Gen. 11. *Dichograptus*, Salter.	*D. octobrachiatus*, Hall.
3. id. id. 16 à 32 .	Gen 12. *Loganograptus*, Hall.	*L. Logani*, Hall.
4. id. id. plus de 32 :		
1. Divisions distantes	Gen. 13. *Clonograptus*, Hall.	*C. flexilis*, Hall.
2. Divisions très rapprochées .	Gen. 14.	*G. multifasciatus*, Hall.
II. Funicule bifide, ne portant que 4 branches principales chargées d'hydrothèques, et dont l'ensemble constitue l'hydrosome de plusieurs façons :		
1. par subdivisions dichotomes continues	Gen. 15.	*Grapt. Milesi*, Hall.
2. par émission de branches simples, sur un seul côté	Gen. 16.	*Pl. vagans*, Nich.
3. par émission de branches composées sur les deux côtés. . .	Gen. 17.	*Grapt. Richardsoni*, Hall.

Ce tableau montre que plusieurs des sections génériques proposées par M. Lapworth, (Genres 14, 15, 16, 17), n'ont pas été dotées de noms nouveaux, sans doute en raison de la pauvreté des éléments connus à cette époque : les formes citées comme types ne sont en effet que de mauvais fragments, et rien d'ailleurs n'est plus rare que de trouver des échantillons suffisamment complets de ces *Dichograptidæ* branchus, dont l'hydrosome devait couvrir une surface de plusieurs pieds carrés.

Toutefois le progrès des recherches a fourni de nouveaux documents : ainsi, en Ecosse, M. A. Nicholson a décrit sous le nom de *Temnograptus* le groupe 15 de M. Lapworth, et sous celui de *Schizograptus* son groupe 16; la découverte que vient de faire M. Escot de Cabrières, de splendides échantillons présentant les caractères du groupe 17 (Type *Graptolithus Richardsoni* de Hall), nous engage à la fois à figurer ces échantillons et à donner une désignation générique spéciale à ce groupe. Nous le dédierons à M. de Rouville, sous le nom de *Rouvilligraptus*; les caractères spécifiques de la forme de Cabrières étant les mêmes que ceux de l'espèce américaine, le *Rouvilligraptus Richardsoni*, Hall (1), de Québec et de Cabrières, restera le type du genre.

Description : Hydrosome de grande dimension, couvrant une surface d'un demi-mètre carré, mais encore inconnu à l'état complet. Il est composé de 4 branches issues d'un funicule court, elles forment entre elles des angles qui atteignent respectivement 100° et 80°, et émettent alternativement et avec régularité des branches secondaires, tantôt à droite, tantôt à gauche, à des intervalles réguliers de 12^{mm}; exceptionnellement, celles-ci émettent des branches ternaires. Toutes ces branches sont droites, uniser-

(1) J. Hall : Graptolites of the Québec Group, Montréal, 1865, p. 107, pl. 12, fig. 1, 8.

retées, comme celles des Monoprionides. Les branches secondaires forment avec les premières, un angle de 70° ; plus étroites à leur origine, elles s'élargissent graduellement, atteignant de 1,5^{mm} à 2^{mm} de diamètre.

Axe solide central, visible sous forme d'une ligne saillante; la partie dorsale des branches présente la même disposition variqueuse que les types américains.

Hydrothèques longues et étroites, légèrement concaves extérieurement, faisant un angle de 25° à 35° avec l'axe; 4 à 6 fois aussi longues que leur diamètre transverse, et libres sur moins du quart de leur longueur. Au nombre de 7 à 8 par centimètre. Denticules des hydrothèques obtuses, subanguleuses, peu saillantes, leur bord faisant un angle de 140° sur l'axe.

Cette forme est voisine de plusieurs genres insuffisamment connus des Skiddaw Slates que nous devons examiner successivement :

Temnograptus (*Dichograptus*) *multiplex*, Nicholson (1) : Hydrosome formé de 4 branches primaires, issues d'un court funicule central, ces branches se divisent par dichotomie à des intervalles réguliers; c'est un *Tetragraptus*, dans lequel chacune des 4 branches primaires se divise dichotomiquement, et se subdivise ensuite de même. Le *Rouvilligraptus* s'en distingue parce que la division de ses branches ne se fait pas par dichotomie, mais par bourgeons latéraux sur une tige centrale, ce caractère n'a peut-être pas une bien grande importance, car le type même figuré par Nicholson, montre dans sa branche (nord), une exception à la division dichotomique, cette branche se bifurquant exactement comme celles de Cabrières.

Schizograptus (*Dichograptus*) *reticulatus*, Nicholson (2) :

(1) A. Nicholson : Geol. Mag. 1876, p. 248, pl. IX, fig. 1.
(2) A. Nicholson : Geol. Mag. 1876, p 248, pl. IX, fig. 3.

Hydrosome composé de 4 branches principales, issues d'un petit funicule central. Chacune de ces branches primaires émet une série de branches secondaires rigides, limitées à un même côté de la branche primaire, et qui ne se subdivisent pas. Le *Rouvilligraptus Richardsoni* se distingue de ce genre parceque ses branches secondaires se divisent parfois à leur tour, et parcequ'elles naissent alternativement des deux côtés de la branche primaire, loin d'être limitées à un même côté.

Lorsque le *R. Richardsoni* est incomplet, quand le funicule est brisé et que l'hydrosome se trouve ainsi réduit à une moitié, c'est-à-dire à 2 branches, il est possible de le confondre avec le genre *Pleurograpsus* de M. Nicholson (1) : Hydrosome formé de 2 branches, issues d'une radicelle courte avec sicule ; les deux branches issues de la sicule, portent des hydrothèques d'un seul côté, elles émettent alternativement des branches secondaires à droite et à gauche, ces branches secondaires portent de même des hydrothèques d'un seul côté et peuvent émettre parfois des branches tertiaires. Ce genre a été fondé par M. A. Nicholson pour le *Cladograpsus linearis*, Carr. (2), et repose sur cette seule espèce du Llandeilo supérieur du Dumfriesshire. Voisin de *Cœnograpsus* (Hall), il est caractérisé notamment, comme l'avait remarqué déjà M. Nicholson, par l'absence de tout funicule lisse, entre la sicule et les parties des branches chargées d'hydrothèques. Les 2 branches issues de la sicule, sont immédiatement chargées d'hydrothèques dès leur point d'émergence, sans qu'il y ait de funicule intermédiaire. Les échantillons complets ne permettent pas la confusion.

(1) A. Nicholson : Geol. Mag. IV. June 1867, p. 256, pl. XI, fig. 1-5.

(2) W. Carruthers : Ann. and Mag. nat hist., vol. 3, 3e sér., 1859, p. 24.

Le *Rouvilligraptus Richardsoni* est une espèce peu répandue, n'étant actuellement connue qu'au Canada, dans le Québec Group, et à La Mouchasse du Temple (Cabrières), où elle est associée à *Tetragraptus quadribrachiatus*, *Didymograptus V-fractus* : sa présence dans le massif de Cabrières vient confirmer l'attribution que nous avions faite de ce niveau de Graptolites de Boutoury (1), aux schistes, ordoviciens du Groupe de Québec (Canada) et de Skiddaw (Ecosse).

M. **Gosselet** annonce qu'il a fait une excursion dans le golfe de l'Yser aux environs de Loo. Il y a reconnu le sable marin à *Cardium edule*, supérieur à la tourbe.

Il a constaté la superposition des argiles à briques aux sables marins à Bourbourg, près de Dunkerque, à Loo et dans les Moëres. Ces argiles contiennent souvent *Hydrobia ulvæ* et sont certainement d'origine marine.

Enfin, il signale à Coulogne, près de Calais, la présence d'un banc de galets parfaitement roulés, exploités pour les routes. Près de la carrière, on construisait une maison ; il a pu voir que les galets reposent sur de l'argile grise plastique qui devient sableuse dans le bas. En-dessous, à 3 mètres sous les galets, on atteint le sable pissart.

Le même membre continue la lecture de la biographie de Constant Prévost.

La Société adopte un programme d'excursions.

Séance du 19 Avril 1893.

M. Gosselet présente à la Société quelques fossiles qui viennent de lui être envoyés par M. **Pontiez**, Instituteur à Elnes, Pas-de-Calais.

(1) Annales de la Soc. géol. du Nord, 1892, T. 20, p. 89.

M. **Gosselet** communique les résultats d'un sondage fait récemment sur ses indications à Warneton dans la vallée de la Lys. Après avoir recoupé les divers dépôts pléistocènes, on est arrivé à 20 m. dans une petite couche caillouteuse, qui représente le diluvium et qui contient une nappe d'eau assez importante.

M. **Gosselet** entretient ensuite la Société d'une observation qu'il vient de faire aux environs d'Audruick dans un canal en voie de creusement. Il y a observé deux couches marines séparées par une couche d'eau douce. Ce fait tendrait à faire supposer qu'il y a eu deux invasions de la mer depuis l'époque romaine. Un autre fait le démontre.

A une briqueterie, située près du Pont-sans-Pareil, à Ardres, on emploie comme terre à briques, l'argile à *Hydrobia ulvæ* et à *Cardium edule*. On retrouve encore dans les briques cuites l'empreinte de ces coquilles. Sous cette terre à briques, il y a une petite couche tourbeuse d'où l'on retire une foule de poteries datant au plus du XIIIe siècle. Ce fait suffit à montrer l'existence d'une seconde invasion marine, différente de celle qui, dans toute la plaine maritime, a couvert de sables marins, l'épaisse couche de tourbe, qui servait de sol aux gallo-romains et dont la surface est jonchée de poteries gallo-romaines.

M. **Gosselet** propose à la Société de faire une excursion à Audruick et d'aller visiter le canal avant que les eaux n'y soient mises.

M. **Gosselet** fait ensuite une communication sur les Gîtes de Phosphate de Chaux des environs de Fresnoy-le-Grand.

Compte-rendu de l'Excursion à **Audruick** *et au* **Pont d'Ardres** (*Pont-sans-Pareil*) *le* 23 *Avril* 1893,

par M. **Gosselet.**

Cette excursion avait pour but de visiter la tranchée du canal d'Audruick et de constater la double invasion marine que j'avais signalée dans la séance précédente.

Le canal d'Audruick se compose de deux parties : d'une partie en voie de creusement, située près de la ville et d'une autre partie creusée l'année passée et actuellement pleine d'eau.

Dans cette seconde partie nous avons vu à fleur d'eau un sable rempli de coquilles marines et particulièrement de *Cardium edule*, superposé à de la tourbe, que la drague avait retiré du fond du canal.

A 1 kilomètre au nord d'Audruick, la tourbe cesse et la drague ramène un sable plus fin, verdâtre, presque sans fossiles, que les ouvriers désignent sous le nom de sable pissart.

Au-delà, vers le Fort Rébus, la tourbe se montre encore d'une manière sporadique ; le sable pissart y contient de nombreuses coquilles et de très nombreux *Cardium*.

Dans la première partie du canal, nous avons aussi recueilli des coquilles marines au-dessus d'une couche tourbeuse ; mais le rapport entre les deux parties du canal ne nous a pas paru clair. Cette partie du canal avait été approfondie depuis ma visite ; dans le fond nous avons trouvé à la base un sable argileux avec gravier et de très nombreuses Hélix.

Après le déjeûner, nous sommes partis en chemin de fer pour le pont d'Ardres. A 400 mètres au N.-O. du pont, près du canal, il y a des briqueteries. On fait les briques avec une argile grise remplie d'Hydrobies et où l'on trouve aussi des *Cardium*, surtout dans la partie inférieure qui est sableuse. On était occupé à creuser des fossés dans le fond de la briqueterie. On traverse d'abord une terre tourbeuse, épaisse de 20 à 30 centimètres, puis on arrive à un sable rempli d'eau que le briquetier appelait sable pissart. Dans la petite couche tourbeuse ou à sa surface, on trouve une très grande quantité de poteries, les unes grises, les autres vernissées analogues à celles que M. Rigaux a fait connaître à la Société (1) et qui ne peuvent, d'après lui, remonter au-delà du XIIIe siècle.

On a pu ramasser à la surface du sol, de nombreux débris de ces vases.

Cette constatation importante pour l'histoire et pour la géologie de la Flandre, prouve qu'il y a eu, pendant le moyen-âge, une invasion marine différente de celle du IVe siècle que M. Debray a fait connaître il y a 20 ans. Il est probable que M. Debray connaît aussi cette seconde invasion, car il a dû visiter les briqueteries du Pont-sans-Pareil. Il devra en parler dans le grand mémoire qu'il prépare; mais nous devons craindre que la grave maladie, dont il est atteint, ne lui permette pas de le terminer.

M. Rigaux a ramassé, sur le sol de la briqueterie, un morceau de poterie romaine, rouge, à personnage. Il est probable qu'il vient d'un niveau inférieur.

Nous nous sommes ensuite dirigés vers Coulogne en suivant le canal de Calais. Le village de Coulogne est bâti sur une éminence formée d'un amoncellement de galets. Dans une carrière, située près du pont, nous avons vu plusieurs

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, VII, p. 120.

couches de galets alternant avec des sables. A la partie supérieure, il y a une couche de galets remaniés, dans laquelle on a trouvé une poterie grise. L'âge des galets de Coulogne est indéterminé, ils n'avaient même jamais été signalés Ils reposent sur de l'argile plastique grise, qui est elle-même superposée à du sable (1),

M. Rigaux a rappelé que, d'après son nom d'origine romaine, Coulogne ne devait pas avoir été submergée dans l'inondation du IVe siècle; elle devait alors constituer une île à peu de distance du continent.

Nous continuons notre marche vers le nord en suivant la ligne du chemin de fer; A 1 kilomètre du pont de Coulogne, nous constatons la présence d'un tuf calcaire rempli de Lymnées. Le temps presse; nous nous dirigeons en toute hâte vers la gare des Fontinettes.

Compte-rendu de l'excursion géologique

à **Frévent** *et à* **Buire**,

le 30 *Avril* 1893.

par **M. Gosselet.**

Un grand nombre de personnes ont pris part à cette excursion; outre les Membres de la Société, il y avait plusieurs savants Doullennais.

Nous sommes arrivés à 10 heures à Frévent et nous avons gravi une route qui monte à la sablière de Montplaisir, en donnant un regard à une carrière de craie située à mi-côte.

Le sable et le grès de Frévent sont les mêmes que ceux que l'on voit à Béthune, dans les environs de Lille et que nous avons étudiés à Bourlon l'année passée. Mais leur dis-

(1) *Ante*. p. 112.

position, qui se retrouve dans presque toutes les sablières de la Picardie, est bien différente. Au lieu de constituer comme en Flandre et dans le Cambrésis des monticules qui dominent tout le pays, le sable et le grès sont situés dans des poches profondes creusées à la surface de la craie par les eaux pluviales.

Une des carrières de Frévent nous a montré un énorme bloc de craie au fond d'un entonnoir profond de 15^{m} et de 10^{m} à peine de circonférence. La disposition de cette carrière ayant déjà été décrite dans les Annales (1), il est inutile d'y insister.

Dans la tranchée de la route, sur la pente de la colline, M. Ladrière a reconnu son limon fendillé.

Un déjeûner, parfaitement et rapidement servi, nous attendait à l'hôtel de Frévent. A 1 heure nous prenions le train pour Fortel, où M. Rouzé, maire de Doullens, propriétaire d'une partie des exploitations de Buire, avait préparé à notre intention, un train spécial de wagons à phosphate. Lui-même a bien voulu nous diriger dans cette partie de l'excursion.

Nous avons visité les divers chantiers de Buire et nous avons constaté les faits récemment décrits dans les Annales (2).

Nous nous sommes particulièrement préoccupés du conglomérat phosphaté qui est sous le sable phosphaté.

C'est bien comme je l'avais annoncé un amas de nodules de phosphate très riche, traversé par une foule de veinules d'argile noire parfaitement stratifiée.

Toutefois nous n'avons trouvé aucune raison péremptoire pour admettre que ce conglomérat phosphaté est le résultat d'un remaniement accompagné d'un transport anté-

(1) Ann. Soc. Géol. XVII, p. 169.
(2) Ann. Soc. Géol. du Nord, XXI, p. 5.

rieur à la formation du sable phosphaté; je considère la chose comme très probable, mais d'autres hypothèses ne sont pas impossibles.

M. Ladrière a encore retrouvé, sur les hauteurs de Buire, toute son assise quaternaire moyenne.

Nous sommes descendus au four à chaux de Buire, où nous avons trouvé, à un niveau de 50 mètres environ inférieur au plateau, la craie à *Micraster cor testudinarium* et la craie à *Micraster breviporus*. Elles sont séparées par une petite couche de marne argileuse. La craie à *Micraster breviporus* n'a pas plus de 4 à 5 mètres, car au contre-bas du four à chaux, on voit apparaître les marnes à *Terebratulina gracilis*.

Le train de wagon à phosphate nous a ramené à la station du Fortel, d'où nous avons regagné Lille.

Séance du 3 Mai 1893.

M. **Fèvre**, Ingénieur ordinaire au Corps des Mines, à Arras, est élu membre de la Société.

M. **Gosselet** présente à la Société la table des vingt premiers volumes des Annales de la Société Géologique du Nord.

Cette table comprend, outre l'indication de tous les articles insérés dans les Annales et dans les Mémoires de la Société Géologique du Nord, la mention des travaux géologiques qui ont été publiés par la Société des Sciences de Lille dans ses Mémoires et ceux qui se trouvent dans le Bulletin scientifique, historique et littéraire du département du Nord. On pourra suivre ainsi la marche des études géologiques à Lille depuis 1825, époque où Poirier Saint-Brice publia, dans les Mémoires de la Société des Sciences de Lille, la Géognosie du département du Nord.

Le volume de table se divise en deux parties : une table méthodique et une table par noms d'auteurs.

La table méthodique commence par un programme portant l'indication des chapitres qui correspondent à autant de divisions de la science géologique ; chaque chapitre est subdivisé par région. Enfin, dans chacune de ces cases les articles sont mentionnés dans l'ordre chronologique, quelles que soient les publications où ils aient été insérés. Un chapitre spécial est consacré aux puits et sondages classés par localités.

M. **Gosselet** expose les observations faites dans les deux excursions précédentes.

Une vive discussion s'engage à propos de l'origine des poches dans lesquelles se sont déposés les phosphates, et de l'époque où elles se sont formées.

Les observations faites au canal d'Audruick ne paraissant pas bien claires, M. Gosselet annonce qu'il y retournera le lendemain et il invite M. Ladrière à l'accompagner.

Géographie physique

du Nord de la France et de la Belgique
Cours professé à la Faculté des Sciences de Lille
en 1891 et 1892
par **M. Gosselet.**

LA PLAINE MARITIME

La Plaine maritime fait partie d'une région basse qui s'étend de Sandgatte près de Calais, jusqu'en Russie, le long des rivages de la mer du Nord et de la mer Baltique. Nous ne nous occuperons ici que de la partie située à l'O. de l'Escaut sur les territoires de la France et de la Belgique. Elle porte en France le nom de *Watteringues* et en Belgique celui de *Polders*.

Plaine maritime : partie occidentale

Plaine maritime : partie orientale

La Plaine maritime commence, à l'ouest de Calais, à Sandgatte, au pied de la falaise du Cap Blanc-Nez. Elle s'étend le long de la colline de craie jusqu'à Guines. Sa limite méridionale se prolonge à l'E. par Ardres, Audruick, Watten ; puis elle se dirige vers le N.-E. par Bergues, Hondschoote et les environs de Furnes. A l'O. de Dixmude, elle décrit vers le S. un coude correspondant à la vallée de l'Yser et à l'embouchure de ses petits affluents; elle va ensuite passer au N. de Bruges, au S. de Sas-de-Gand, d'Hulst et d'Anvers.

Dans toute cette région, l'altitude du sol est en moyenne 2 à 3^{m} au-dessus du niveau moyen de la mer (1); elle descend souvent au-dessous. La plaine maritime est donc inférieure au niveau moyen des hautes mers. Elle serait inondée à toutes les marées, si elle n'était protégée par une zone de dunes. Néanmoins les embouchures des rivières et des canaux offrent à la mer des voies toutes ouvertes pour pénétrer dans l'intérieur. On a dû les fermer par des écluses et pour plus de sécurité, endiguer les cours d'eau

La partie la plus basse de la plaine est située, non pas près du rivage, mais vers le continent. De Dunkerque à Bergues, le sol baisse de 1^{m}80. Une autre dépression, généralement connue sous le nom de Marais, suit le pied des collines du Boulonnais, d'Ardres à Sandgatte. Son altitude égale en moyenne à 1^{m} est en certains points de 0^{m}5. A l'E. de Bergues, sur la limite de France et de Belgique, se trouve une partie plus basse encore, les Moëres, qui fut longtemps couverte d'eau.

(1) Dans ce chapitre on suivra le nivellement Bourdaloue dont le zéro est inférieur de 0^{m}177 à celui de l'Etat-Major et supérieur de 1^{m}405 au zéro au nivellement Belge. Il correspond à 1^{m}987 de la cunette de l'écluse octogone de Dunkerque qui est généralement prise comme base des services hydrauliques.

Le sous-sol de la plaine maritime est essentiellement formé à une profondeur de 1 à 3 mètres, par du sable gris, très fin, imbibé d'eau qui s'échappe dès qu'on le sort de terre : de là le nom de *sable pissart* qu'on lui a donné dans le pays. Il est toujours prêt à filtrer par les moindres ouvertures; on ne peut y creuser un trou, qu'il ne soit aussitôt comblé. Son épaisseur est de 20 mètres à Bourbourg au centre de la plaine.

Dans les quelques mètres supérieurs, il contient de l'eau douce qui a sa source dans les pluies et les canaux ; mais, plus bas, l'eau devient saumâtre.

Cela tient à ce que les sables pissarts s'enfoncent sous la mer sans en être séparés par aucune couche imperméable et qu'ils ouvrent ainsi une large voie à la pénétration souterraine des eaux salées à l'intérieur du pays.

L'extrême perméabilité des sables pissarts est la cause déterminante des conditions vitales de la Plaine maritime.

La Plaine maritime se trouve en effet exposée à deux causes d'inondation. Elle peut être recouverte par les eaux pluviales et fluviatiles au moment des crues hibernales ; elle est en outre sans cesse menacée par un suintement souterrain des eaux marines qui causeraient un dommage bien plus considérable à la culture. Enfin, il y a un troisième danger d'inondation, c'est que la rupture des digues permette l'entrée de la mer qui viendrait détruire en quelques heures l'ouvrage de plusieurs siècles.

Pour lutter contre ces difficultés, on a sillonné la plaine maritime de canaux ou fossés désignés sous le nom de *Watergands*, et dont le rôle est double. Ils servent à la fois au desséchement des marais et à son alimentation en eaux potables. Ils maintiennent à la partie supérieure du sable pissart une mince nappe d'eau douce, dont le poids suffit à préserver le sol végétal de l'arrivée des eaux saumâtres

d'imbibition. Un tel équilibre entre l'eau et la surface du sol, entre les eaux extérieures et les eaux intérieures, ne peut être obtenu que par un jeu délicat et judicieux d'écluses. Les Watergands communiquent avec les rivières et les canaux de navigation, qui, selon les besoins, les alimentent ou versent leur trop plein à la mer.

Il n'y a de rivières dans la Plaine maritime que celles qui la traversent pour se rendre à la mer : l'Aa et l'Yser.

L'Aa pénètre dans la Plaine maritime par un défilé entre le Mont de Watten et la forêt d'Éperlecques. Elle se dirige ensuite directement à la mer par Gravelines. Elle a été canalisée sur tout ce parcours.

Il reste des traces d'un ancien bras de l'Aa qui se séparait du tronc au Wetz, passant entre Saint-Pierre-Brouck et Cappel-Brouck, séparant les territoires des deux communes à Bourbourg, à Craywick, à Loon et allait joindre la mer à Mardick (1).

L'Yser pénètre à quelques kilomètres à l'E. de la frontière belge, dans un estuaire qui appartient déjà à la plaine maritime. Elle se divise immédiatement en deux bras : l'un qui va à Dixmude et à Nieuport, sous le nom d'Yser ; l'autre, qui est la Linde, joint le canal de Loo. Cependant on peut suivre son trajet à travers la plaine maritime jusqu'à Nieuport. Près de cette ville l'Yser primitive va se perdre dans les sables, près de Middelkerque.

Outre ces deux rivières, il y a quelques ruisseaux importants qui descendent des collines crayeuses de la ceinture boulonnaise; telles sont : la Hem qui pénètre dans la Plaine maritime à l'E. d'Audruick, et dont le Watergang de Vieille Église paraît la suite naturelle ; la rivière de Nielles qui se joint en amont de Guemps au ruisseau d'Ardres et qui se

(1) Communication de M. Petit, conducteur de Watteringues à Bourbourg.

dirige vers Marck sous le nom de rivière du Noulet ; la Harnes qui vient de Guines et aboutit au port de Calais.

Les canaux de la plaine maritime peuvent se diviser en deux groupes : les uns dirigés approximativement du sud au nord, sont devenus de véritables rivières qui portent à la mer les eaux courantes de la plaine. Tels sont les canaux de Watten à Calais, de Bergues à Dunkerque. Les autres canaux, qui servent de collecteurs aux Watergangs, sont dirigés de l'O. à l'E. et situés soit vers la partie la plus basse de la plaine (canaux de la Haute et de la Basse Colme, et de Watten à Furnes par Bergues), soit au pied des dunes qui bordent au nord la même plaine (canal de Dunkerque à Furnes).

Le canal de Bourbourg, qui appartenait au même groupe, est devenu la grande route de navigation de Dunkerque à Paris.

La Belgique n'est pas moins riche en voies navigables. On peut signaler une ligne parallèle à la côte de Furnes à Ostende par Nieuport, celles de Bruges à Ostende, de Damme ou de Bruges à l'Ecluse, de Terneuzen ou du Sas-de-Gand.

Dans le voisinage de l'Escaut, les canaux se multiplient. Outre ceux qui servent à la navigation, il en existe d'autres dont l'unique but est d'alimenter les premiers ou de conduire leur trop plein à la mer ; un très grand nombre ont été creusés pour le dessèchement des polders. Enfin il y en a qui sont des criques, dont les unes sont encore en communication avec la mer, telle que le Hille-Gat, mais dont beaucoup d'autres sont actuellement enfermées dans le continent.

Le sable pissart forme rarement la surface du sol dans la

Plaine maritime (1). Il est presque partout recouvert par quelques mètres de couches superficielles dont la nature est variable.

Au Sud, le long du bord méridional de la plaine maritime, il y a une couche de tourbe épaisse de 1 m. 50 à 0,75, qui a été exploitée assez activement comme combustible, mais dont l'usage est maintenant abandonné. La tourbe est grossière, formée essentiellement de débris végétaux herbacés aquatiques, où dominent les Typhas et les Prèles. Cependant les coquilles fluviales y sont rares. Au contraire, les troncs d'arbre y sont partout abondants. On y a reconnu les essences suivantes : chêne, frêne, noyer, sapin, sorbier, bouleau, saule, buis, noisetier. On y a trouvé de nombreux restes de Mammifères: cheval, bœuf, cerf, chevreuil, mouton, chien, loup, sanglier, putois; des oiseaux, coq, canard, buse et quelques débris d'insectes.

La tourbe est séparée du sable pissart sous-jacent par une couche d'argile bleue ou grise.

Elle est généralement recouverte par du sable gris rempli de coquilles marines particulièrement de Bucardes, *Cardium edule*, mollusque bivalve, très commun sur nos côtes. On y a trouvé aussi auprès de Mardyck des vertèbres de la Baleine des Basques, espèce aujourd'hui anéantie par les chasses qui lui ont été faites au moyen-âge.

Souvent le sable est argileux ; il contient alors des Scrobiculaires (*Scrobicularia piperata*) ; si l'argile est prédominente, elle est remplie d'Hydrobies (*Hydrobia ulvæ*), petites coquilles qui pullulent aujourd'hui dans les canaux saumâtres du port de Dunkerque.

---

(1) A sa partie supérieure, le sable pissart est souvent en grains plus gros ; il contient d'abondantes coquilles marines. Il devient alors fort difficile de le distinguer du sable supérieur à la tourbe qui forme sur beaucoup de points la surface du pays.

Au nord de la zone méridionale, la tourbe ne se rencontre plus que d'une manière sporadique et le sable est presque complètement remplacé par de l'argile sableuse ou de l'argile presque pure que l'on emploie pour la fabrication des briques. Cette argile contient encore des coquilles marines, surtout des *Hydrobia*.

A l'exception de quelques parties tourbeuses, situées spécialement vers les limites méridionales et occidentales, le sol de la Plaine maritime est donc léger et sableux au sud, tandis qu'au nord, il fournit presque partout des terres fortes. On y cultive surtout les céréales et la betterave. Les prairies naturelles y sont rares, sauf aux environs de Bergues.

Avec ses fermes disséminées sur tout le territoire, ses maisons blanchies à la chaux, garnies de volets verts, couvertes de pannes rouges, précédées d'un jardin fleuri et entourées d'eau de toute part, la Plaine maritime offre en été un tableau d'une fraîcheur remarquable.

A la limite de la France et de la Belgique se trouvent les deux Moëres, dépressions de 2,300 hectares, inférieures à la côte zéro et dont quelques points atteignent même la côte — 1m35, en dessous du zéro. Elles restèrent longtemps, même après le dessèchement des Watteringues, des lacs d'eau saumâtre d'où émergeaient quelques terres marécageuses, incultes, couvertes de roseaux. Desséchées une première fois par Coberger au XVIIe siècle, elles furent remises sous l'eau lorsque l'on tendit les inondations autour des places fortes de Dunkerque et de Bergues. Leur desséchement définitif, recommencé à diverses reprises, ne fut terminé qu'en 1828. Il est maintenu par des vis d'Archimède, mues les unes par des moulins à vent, les autres par la vapeur.

Le sol des Moëres est le même que celui du reste de la plaine maritime. Sous une couche superficielle de quelques

décimètres de limon brun sableux ou argileux, on trouve généralement soit du sable marin coquiller, soit de l'argile contenant également des coquilles marines. Dans quelques points il y a un peu de tourbe superficielle. Les Moëres sont actuellement couvertes de belles fermes et de riches moissons Les prairies y sont rares et de médiocre qualité.

La petite Moëre, située à l'O.-S.-O. de la grande et beaucoup plus petite, a un sol essentiellement tourbeux; les prairies y dominent.

Les Polders de la Belgique sont la continuation orientale des Watteringues ; ils présentent à peu près le même sol. Mais, à l'est de l'Yser, le sable superficiel est presque toujours remplacé par une argile grise compacte, dite argile des polders, dont l'origine est également marine. La tourbe qui est en dessous paraît moins régulière qu'en France; elle repose sur un sable coquiller analogue comme position au sable pissart de Bourbourg.

La culture des Polders est la même que celle des Wateringues, mais leur aspect est un peu différent, parce que les habitations y sont plus disséminées et que les prairies naturelles y sont plus communes.

La tourbe et les couches de sable et d'argile qui sont au-dessus constituent deux assises bien différentes d'âge et d'origine. Tandis que la tourbe a pris naissance sur le continent, l'argile et le sable sont de formation marine. Ils ne sont même pas le résultat d'une simple inondation ; ils ont dû se déposer dans un bras de mer qui a séjourné quelque temps sur la plaine maritime. En effet, les mollusques lamellibranches s'y trouvent avec leurs deux valves, dans la position où ils ont vécu, c'est-à-dire verticaux, le crochet en bas et le siphon en haut. Ces dépôts ressemblent beaucoup aux sédiments qui se sont déposés récemment dans le bassin des chasses de Dunkerque.

Afin de prévenir l'ensablement du chenal, on avait creusé, en 1827, un large bassin de chasse, qui fut détruit en 1882 pour établir les darses du nouveau port. Pendant ce demi siècle, il s'y était déposé 1 à 2 mètres de sédiments. Dans le fond, du côté de la terre, 1 m d'argile plastique pure, remplie d'*Hydrobia ulvæ*, reposait sur 0m20 de sable argileux avec *Scrobicularia piperata*. Au centre du bassin, il y avait 1m50 d'argile noire sableuse, remplie de Scrobiculaires et de Myes. A l'entrée du bassin, le dépôt avait 2 mètres d'épaisseur ; il était formé de sable gris à *Cardium edule*, alternant avec des argiles noires. Il y avait ainsi passage latéral des argiles au sable.

Nous pouvons en conclure que la plaine maritime était à une certaine époque un vaste bassin de décantation, dans lequel la mer pénétrait à marée haute, et où l'eau, séjournant jusqu'à la marée basse à l'abri des agitations du large, déposait l'argile et le sable qu'elle tenait en suspension.

Ces modifications de la Plaine maritime datent des temps historiques. A la surface supérieure de la tourbe, on a une faible profondeur dans la couche tourbeuse, on trouve de nombreux fragments de poteries gallo-romaines. Dans le voisinage, à Salperwich et à Ardres, on a découvert des trésors contenant des pièces de monnaie de Posthume (267) et de Quintille (270). Enfin, un passage d'Eumène dans le panégyrique de Constance Chlore, tend à faire penser qu'à la fin du IIIe siècle, le pays était encore une partie continentale très marécageuse.

L'invasion de la mer date donc de la fin du IIIe ou du commencement du IVe siècle de l'ère chrétienne. Les eaux pénètrent sur cette plaine marécageuse, détruisant villes, villages, stations, chassant la population et abolissant jusqu'au souvenir des noms de lieux.

La mer couvrit toute la Plaine maritime, mais elle ne la dépassa pas, elle n'alla pas jusqu'à Saint-Omer, comme on le dit quelquefois.

L'envahissement de la mer doit être attribué à un affaissement du sol et peut-être aussi à une rupture des dunes et des digues que les Gaulois et les Gallo-Romains avaient pu élever.

Cependant quelques îles émergeaient. Près de Calais, le banc de galets sur lequel est situé Saint-Pierre, devait former une île insubmersible qui a pu continuer à être habitée. A Beaumarais, près de Marck, on a trouvé presqu'à fleur du sol, des sépultures gallo-romaines et de nombreux fragments de poteries (1).

Le banc de Saint-Pierre est entouré d'une zone de sable marin à *Cardium*, qui a été apporté par la mer envahissante, mais l'absence de tourbe dans les environs, ne permet pas de reconnaître l'ancien sol romain.

Le village de Coulogne se trouve aussi sur une éminence (alt. 8m43) formée de galets, qui devait constituer une petite île.

En face, sur le bord de la colline de craie de l'Artois, est situé Fréthun, dont le nom indique l'endroit d'un passage.

La ville de Bergues est sur l'emplacement d'une ancienne île ou presqu'île. Il en est de même du village d'Holque.

La mer ne séjourna que quelques siècles sur la plaine maritime. Lorsqu'elle se retira, les populations voisines vinrent reprendre possession du sol émergé. Mais ce n'était plus la même race. Les Germains avaient succédé aux Gaulois et la langue teutone s'était substituée à l'idiome romain. Tous les noms de lieux du nord de la Flandre sont flamands.

---

(1) Rigaux *Loc. cit.* Debray, Ann. Soc. Géol. du Nord, III, p. 30.

Dans le commencement du IXe siècle, les villages commencèrent à se former. Loon près de Synthe, existait même au VIIe siècle, Guemps en 826.

Au Xe siècle il y avait encore deux golfes où la mer pénétrait à marée haute. L'un le golfe d'Ardres correspondait à la dépression qui suit la ceinture crayeuse boulonnaise, tandis que l'autre englobait les embouchures de l'Yser.

Nous connaissons ces faits par le récit d'un transport de reliques de Boulogne à Bruges en 944 (1). Le cortège rencontra un premier bras de mer à Fréthun et un autre à Loo en Belgique. Les pélerins furent témoins d'une tempête dans le premier golfe et, dans le second, le comte de Flandre, qui accompagnait la procession, faillit être surpris par la marée montante.

Aux environs de Loo, on rencontre les sables marins à *Cardium edule*, soit à la surface du sol, soit recouverts par une petite couche d'argile à l'*Hydrobia ulvœ* et sous ces sables, on exploite la tourbe.

Le retrait de la mer doit avoir eu une double cause, d'abord l'envasement des parties basses; puis l'élévation graduelle du sol. La mer s'est retirée d'elle-même de toute la plaine maritime, sauf peut-être de certaines dépressions voisines des cours d'eau. Le sol devait alors ressembler aux dépressions qui séparent les lignes de dunes et que l'on désigne sous le nom de *salines*.

Un second séjour de la mer sur la Plaine maritime eut lieu vers le XIIIe ou XIVe siècle, car on trouve au pont d'Ardres et en d'autres points des poteries de cette époque, recouvertes d'un mètre de sédiments marins On n'a pas encore pu distinguer les résultats des deux inondations,

(1) Cousin. *Itinéraire du Xe siècle.*

mais il est probable que la seconde ne s'est étendue qu'aux parties les plus basses du sol.

Outre les golfes de Sandgatte et de l'Yser, il y avait encore le Zwin, connu au moyen-âge sous le nom de Sincval. C'était alors un golfe large et profond, où eut lieu, en 1213, un combat naval entre la flotte française et les flottes combinées des Anglais et des Flamands. Peut-être contenait-il déjà une petite île à l'endroit où est Kadsandt. Ses dimensions ne sont pas bien connues; mais on sait que les ports d'Ardenbourg, d'Oostbourg, de Damme et de l'Ecluse étaient très fréquentés. Les deux premières localités, évangélisées par saint Eloi, virent leurs ports prospérer jusqu'au XIVe siècle. Les flots pouvaient alors gagner Bruges dans les grandes marées poussées par le vent. C'est ce qui eut lieu en 1180. Pour parer à ce danger, on construisit une digue au nord de Bruges. La ville de Danne fut fondée contre la digue et devint bientôt un port important. A la fin du XIIIe siècle, Philippe le Bel y entrait encore avec une flotte de 1.600 voiles; mais l'ensablement commença au siècle suivant. Le port de l'Ecluse, moins ancien que les précédents, dura plus longtemps; néanmoins, à la fin du XVe siècle, il devenait impraticable pour les gros vaisseaux.

Le Brackmann était un quatrième golfe, qui s'avançait autrefois jusqu'à Sas-de Gand et Axel et peut-être à l'ouest jusqu'à Ysendick. Il est réduit aujourd'hui à une simple crique qui s'ensable tous les jours.

Il existe sur le rivage plusieurs traces de criques aujourd'hui comblées Si quelques-unes peuvent être regardées comme des restes de la submersion du IVe siècle, d'autres sont dues aux inondations postérieures, particulièrement à celles qui désolèrent le rivage au XIIIe et XVe siècle. C'est dans une de ces tempêtes que fut submergé le pays de

Saaftingue, que l'on n'est pas encore parvenu à reconquérir complètement.

On sait du reste que le Hont n'est devenu la principale branche de l'Escaut qu'à la suite de la destruction par la tempête de l'île de Schooneveldt située en face de son embouchure. On rapporte qu'en 1050, une procession, partie de Bergues promenant les reliques d'un saint, pût se rendre à pied dans l'île de Walcheren.

La couche de tourbe de l'époque romaine s'étend à l'O. jusqu'à Sandgatte. Les marées un peu fortes la découvrent sur la plage près du village. Le Dr Robbe y a trouvé de nombreux débris des époques gallo-romaine et gauloise en particulier deux monnaies en or.

Il a aussi trouvé des puits maçonnés contenant des poteries du XIIIe siècle. Ce sont les restes d'un village qui aurait été détruit lors du second envahissement de la mer (1).

Le géographe Merula, qui vivait au XVIe siècle, dit que par un temps calme, il a *vu*, du sommet du Blanc-Nez, les traces d'une voie romaine qui se perdait dans la mer au-dessus de Sandgatte.

La tourbe contourne le cap Blanc-Nez, qui à l'époque romaine s'étendait beaucoup plus loin au nord (Belpaire estime à plus d'une lieue en mer). On la retrouve dans l'anse de Wissant. Quand la plage de Wissant a été nettoyée par une forte marée d'équinoxe, on aperçoit la couche de tourbe sous le sable à 50 mètres environ de la côte. On y distingue encore les troncs d'arbre en place, car c'est plutôt une forêt qu'une tourbière.

A l'E. la tourbe existe encore dans la Flandre maritime belge. On l'exploite en plusieurs points des environs de

(1) Ann. Soc. géol. du Nord, VII, p. 120.

Furnes et de Dixmude. Comme dans la Flandre maritime française, on ne la trouve que d'une manière sporadique aux environs immédiats de la côte. Elle est recouverte au moins dans le golfe de l'Yser par du sable marin à *Cardium edule*, puis par de l'argile à *Hydrobia ulvæ*. Sous la tourbe, il y a une épaisseur considérable de sable gris rempli de coquilles marines et particulièrement de lamellibranches. Lorsque la tourbe vient à manquer, les deux sables se superposent et ne peuvent plus se distinguer.

A l'E. de l'Yser, le sol est formé par l'argile des Polders, qui contient encore, quoique rarement, des *Hydrobia* et des *Cardium*.

Le voisinage de l'Escaut amène des modifications importantes dans ces terrains modernes.

Dans le Polder de Borgerweert (1) sur la rive gauche de l'Escaut, la tourbe dont la base est à la côte 3m90 (2) est divisée en deux bancs par une couche argileuse grise dite *Duy*. Le banc supérieur a parfois 2 mètres. C'est à sa surface que l'on trouve des poteries et des monnaies romaines. Sur la tourbe, il y a une argile jaune que l'on désigne, peut-être à tort, sous le nom d'argile des polders ; elle paraît être produite par les inondations de l'Escaut.

Sur la rive droite, à Anvers même (3), on rencontre la tourbe en place sur quelques points, mais, près du fleuve elle a été enlevée ; elle est remplacée par des sables limoneux avec des paquets de tourbe qui proviennent de la

(1) Van Ertborn : Les terrains modernes et les découvertes récentes du Kuttendyk

(2) Le zéro du nivellement belge correspond à la côte 1,405 du nivellement général de la France par Bourdaloue.

(3) Cogels et Van Erborn : Observations géologiques faites à Anvers à l'occasion des travaux de creusement des nouvelles cales sèches et du prolongement du bassin du Kuttendyk (1882).

destruction de la couche tourbeuse. Ce sont des dépôts fluviatiles qui ont dû se former lorsque le fleuve modifiant son cours s'est creusé un lit dans la tourbe. Tout l'ensemble est recouvert par une argile fluviatile qui s'est produite dans un lac ou un marais. Une petite couche remplie de *Cardium edule* et d'*Hydrobia ulvæ* prouve que la mer y a fait irruption à une certaine époque et s'y est maintenu quelque temps.

Ces observations faites aux environs d'Anvers semblent démontrer que l'Escaut à modifié son cours depuis l'époque gallo-romaine et que la mer qui a couvert la plaine maritime, ne s'étendait pas jusqu'à Anvers.

La conclusion générale à tirer de ce qui précède, est que la configuration du littoral à l'époque gallo-romaine était très-différente de ce qu'elle est actuellement.

La Plaine maritime ne dépasse pas l'altitude de 5 mètres, inférieure de 15 à 25 mètres à la plaine des Flandres. On doit admettre qu'elle a été creusée dans l'argile des Flandres par la mer, lorsque celle-ci envahit le pays avant le dépôt de la tourbe.

En effet, sous la tourbe, on rencontre des sables marins plus ou moins analogues à ceux qui sont au-dessus. Il y a donc eu une première invasion de la mer antérieure à l'époque gallo-romaine, datant même probablement de l'époque quaternaire. L'argile des Flandres formait alors une falaise que la mer venait battre et ronger peu à peu. A ce point de vue, on doit considérer la Plaine maritime comme une plaine d'abrasion marine.

La Plaine maritime est séparée de la mer par une ligne continue de dunes, dont la hauteur, généralement assez faible, ne dépasse guère 10 mètres. La zone de dunes peut atteindre jusqu'à 2 kilomètres de largeur. Il y a souvent

plusieurs lignes de dunes séparées par une prairie, véritable pré salé, que paissent des troupeaux de moutons, et qui est désigné dans le pays sous le nom de *saline*. Son sol est formé de sable imbibé d'eau de mer. Il ne faudrait pas croire cependant que les dunes soient toujours privées d'eau douce. On y rencontre parfois de petites sources qui peuvent servir à l'alimentation des habitations. Elles sont dues à des couches d'argile, qui se sont déposées quand la mer a pu pénétrer à la marée dans l'intervalle des dunes et s'y décanter à l'abri des courants et des vagues. Ces petits bassins ne sont pas permanents. il suffit d'une tempête pour les couvrir de sable, pour y pousser même la dune voisine. Le banc d'argile enfermé dans le sable arrête alors les eaux de pluie et donne naissance à une nappe aquifère

On sait que, chassées par le vent, les dunes avancent continuellement vers l'intérieur. Leur progression, très faible en temps ordinaire, acquiert une intensité effrayante dans certaines tempêtes.

Dans la nuit du 31 décembre au 1er janvier 1777, l'église et une partie du village de Zuytcoote à l'E. de Dunkerque, furent ensevelies sous le sable. Il n'en est resté que la tour que l'on a dégagée et que l'on cherche à préserver parce qu'elle sert de signal aux marins.

Dans l'anse de Wissant entre le Gris-Nez et le Blanc-Nez, les dégats produits par l'invasion des dunes ont été plus terribles encore.

La ville de Wissant était prospère sous Charlemagne. C'était le principal port pour passer de France en Angleterre. Malgré les ravages des Normands, elle conserva pendant plusieurs siècles un rôle prépondérant dans les relations de l'Angleterre avec le continent. Mais, par suite de la diminution progressive du cap Gris-Nez, le flot montant venant

de la Manche apporta le sable de manière à former une barre vis-à-vis l'anse de Wissant.

Puis, poussés par le vent à marée basse, les mêmes sables s'amoncelèrent autour de la ville et dans la ville même. Les habitants reculèrent peu à peu leurs constructions vers l'intérieur ; ils furent toujours suivis par les dunes. En 1738, près de cinquante maisons furent détruites en une nuit. Il en fut de même lors de la tempête du 4 mars 1777.

Les dunes du Nord ne sont pas plantées de pins comme celles de Gascogne; on les fixe avec une gramminée qui porte le nom vulgaire de Hoyat.

Séance du 17 mai 1893

Le Président fait part à la Société, de la perte qu'elle vient de faire par la mort de M. Debray, Conducteur principal des Ponts-et-Chaussées en retraite, Membre fondateur de la Société Géologique du Nord, Membre de la Société Géologique de France, auteur d'un travail important sur les Tourbières du Littoral flamand et du département de la Somme.

M. Gosselet s'est fait l'interpréte de la Société en lui adressant quelques paroles d'adieu.

MESSIEURS,

Nous ne quitterons pas pour toujours M. Debray, sans lui adresser quelques mots d'adieu, quelques mots seulement, car sa modestie protesterait contre un discours.

Il appartenait à ce Corps des Conducteurs des Ponts-et-Chaussées dont la modestie égale le savoir et l'honorabilité ; il avait au plus haut degré toutes ces qualités. Sa probité

administrative, son travail méticuleux lui eurent bientôt gagné l'estime de ses chefs. Il resta célibataire, mais ce fut pour consacrer toutes ses heures de loisir à la science. Bibliophile, numismate, historien, géologue, il ne négligeait aucune occasion de s'instruire. Il suivait assidûment les cours de la Faculté, où il fut un de mes premiers élèves. Je l'engageais à profiter de ses fréquents voyages de service dans le Nord du département pour étudier les tourbières de la plaine maritime à l'époque, où elles étaient encore en pleine activité. Son mémoire sur les tourbières couronné et publié par la Société des sciences en 1873, fit faire un progrès sensible à nos connaissances géologiques et historiques sur la Flandre.

Depuis lors Debray continua ses observations. Il devait en faire l'objet d'un second mémoire, qui malheureusement n'a pas paru. Mais ses carnets sont couverts de notes prises avec un tel soin, qu'on y trouvera tout ce qui est nécessaire pour faire connaître complètement le pays.

La trombe, qui renversa en 1878 un mur de l'abbaye de Corbie, fut pour lui l'objet d'enquêtes et de calculs interminables. Un autre s'y serait rebuté; mais lui les poursuivit jusqu'à la fin. C'était son plaisir, sa distraction. Il n'en connaissait pas d'autres que l'étude.

Un jour, où j'allais le voir, cet hiver, je le trouvais occupé à lire un livre de Calcul différentiel. « J'ai toujours regretté de ne pas le savoir, me dit-il, je veux l'apprendre avant de mourir ». Ce trait peint bien sa vie d'étude.

Il s'est éteint en pensant à sa Plaine maritime. Il espérait terminer cet été les quelques kilomètres, qui lui restaient à faire pour avoir complété son œuvre.

Adieu, cher confrère, ce que vous n'avez pu faire, vos amis le feront pour vous, et votre nom restera attaché à ce pays, où vous avez passé votre vie si digne et si laborieuse.

M. **Bertrand** adresse à la Société son album de Photographies accompagnant son travail sur le Boghead d'Autun.

M. **Parent** fait une communication sur le Gault du Pas-de-Calais.

M. Gosselet fait lecture la suivante :

*Note sur la coupe du canal d'***Audruick** *et sur le* **Tuf calcaire de Saint-Pierre**, *par MM.* **Gosselet** *et* **Ladrière**

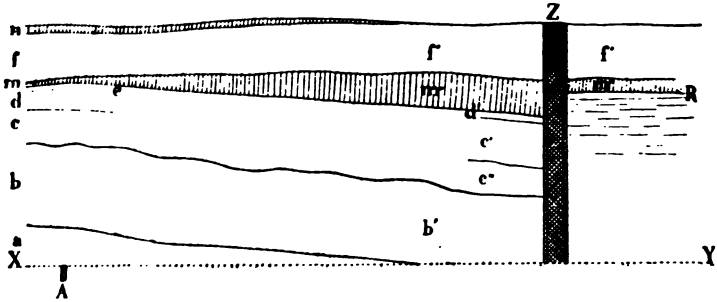
Les discussions qui se sont élevées à notre dernière réunion nous ont inspiré le désir de revoir la coupe du canal d'Audruick. Nous avons repris les couches les unes après les autres, en rafraîchissant la coupe en quelques points (*Fig. 1*).

La couche inférieure argilo-sableuse a d'abord attiré notre attention. Elle présente à la base un ou deux niveaux de cailloux roulés de silex presque tous recouverts d'un enduit calcaire. Vers le haut, il y a une grande quantité de débris de bois charbonnisé et quelques veinules charbonneuses. Cette couche est remarquable par la quantité d'Hélix qu'elle contient; nous y avons reconnu l'*Helix nemoralis* et l'*Helix hispida*; on y trouve aussi des Cyclostomes, mais peu ou point de coquilles d'eau douce. Néanmoins, c'est un dépôt torrentiel fait sur le bord de la dépression qui constituait la plaine maritime par un cours d'eau qui descendait des collines crayeuses de l'Artois, probablement par la Hem.

Le niveau supérieur du sable à Hélix s'abaisse à mesure qu'on s'éloigne d'Audruick.

FIG. 1.

Coupe de la Tranchée du Canal d'Audruick



1° A LA TÊTE DU CANAL

A	Argile plastique jaune ou bleue reconnue par sondage	
a	Sable argileux gris et gravier avec Hélix.	0m50
b	Sable argileux gris avec Hélix, Cyclostome et débris de bois	1m50
c	Argile grise avec parties tourbeuses	0m60
d	Sable argileux gris	0m40
e	Limon noir ; sol végétal ; débris de poteries. . . .	0m05
m	Limon brun foncé avec coq. marines : *Scrobicularia*	0m10
f	Limon brun foncé avec coquilles d'eau douce . . .	0m80
n	Limon brun foncé avec coquilles marines : *Cardium*.	0m10

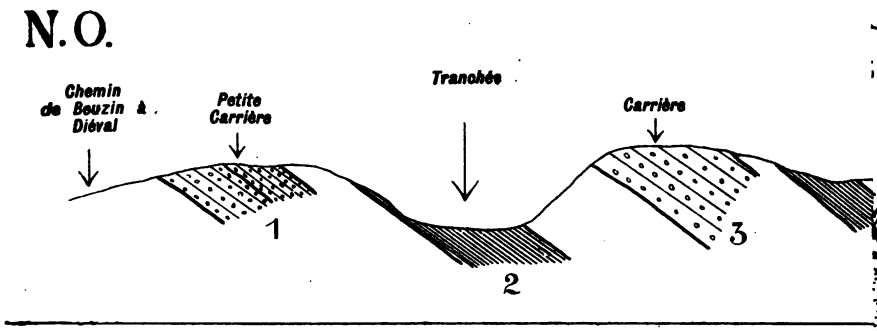
2° A 250m DE LA TÊTE DU CANAL

b'	Sable argileux gris avec Hélix	1m30 vis.
c"	Argile gris bleuâtre	0m40
c'	Argile tourbeuse avec coquilles d'eau douce. .	0m80
d'	Argile grise sans coquilles.	0m10
m	Argile grise avec coquilles marines Hydrobies et Scrobiculaires.	0m50
f'	Limon terreux noir avec coquilles d'eau douce .	0m80

Z Batardeau

XY Plafond du canal.

R Niveau de l'eau du canal.


N.O.
Chemin de Beuzin à Diéval
Petite Carrière
Tranchée
Carrière
1
2
3

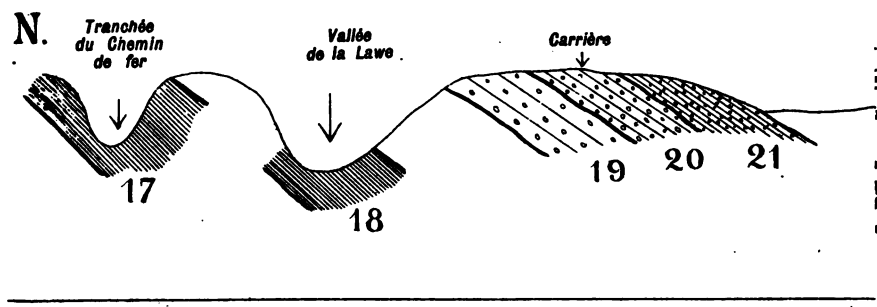
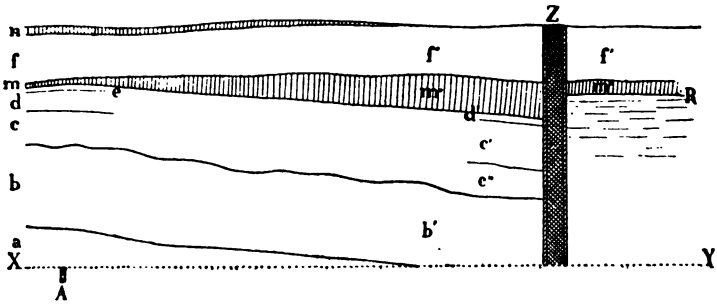

N.
Tranchée du Chemin de fer
Vallée de la Lawe
Carrière
17
18
19
20
21

FIG. 1.

Coupe de la Tranchée du Canal d'Audruick



1° A LA TÊTE DU CANAL

A	Argile plastique jaune ou bleue reconnue par sondage	
a	Sable argileux gris et gravier avec Hélix.	0m50
b	Sable argileux gris avec Hélix, Cyclostome et débris de bois	1m50
c	Argile grise avec parties tourbeuses	0m60
d	Sable argileux gris	0m40
e	Limon noir ; sol végétal ; débris de poteries. . . .	0m05
m	Limon brun foncé avec coq. marines : *Scrobicularia*	0m10
f	Limon brun foncé avec coquilles d'eau douce . . .	0m80
n	Limon brun foncé avec coquilles marines : *Cardium.*	0m10

2° A 250m DE LA TÊTE DU CANAL

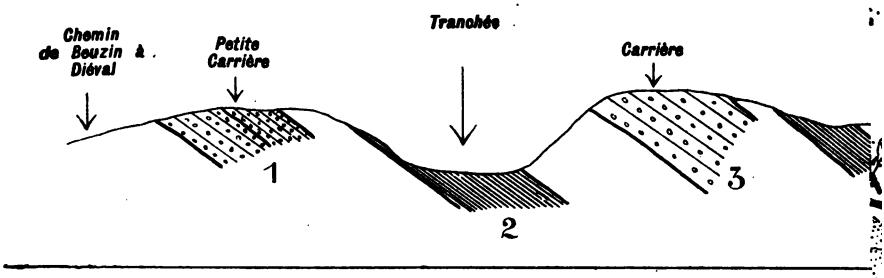
b'	Sable argileux gris avec Hélix	1m30 vis.
c"	Argile gris bleuâtre	0m40
c'	Argile tourbeuse avec coquilles d'eau douce. .	0m80
d'	Argile grise sans coquilles.	0m10
m	Argile grise avec coquilles marines Hydrobies et Scrobiculaires.	0m50
f'	Limon terreux noir avec coquilles d'eau douce .	0m80

Z Batardeau

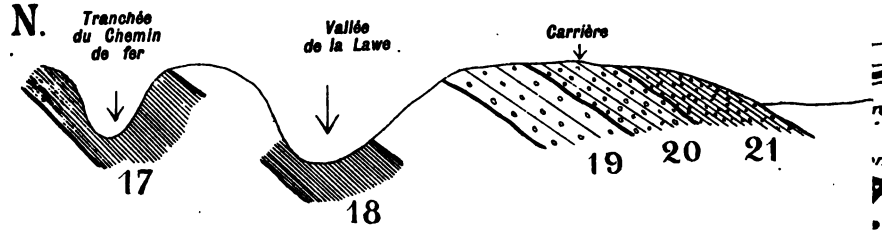
XY Plafond du canal.

R Niveau de l'eau du canal.

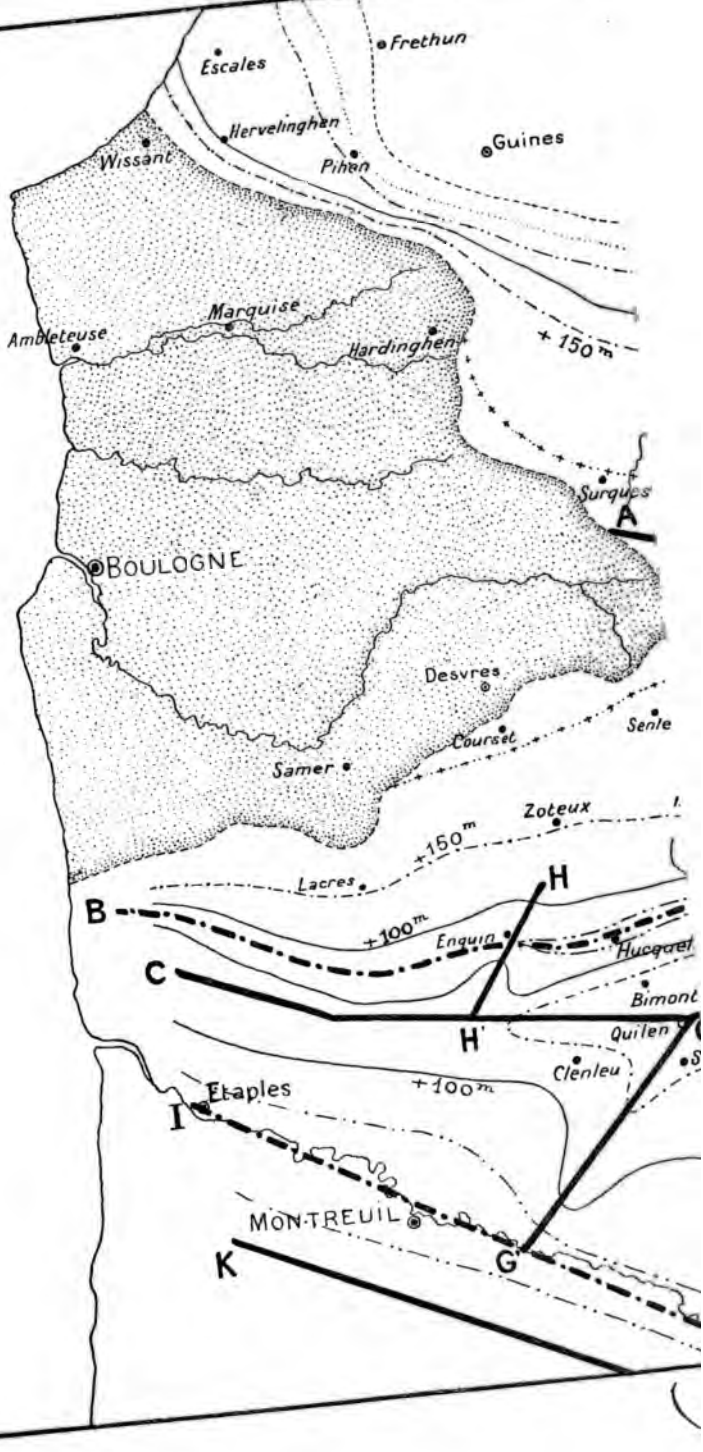
N.O.


Chemin de Beuzin à Diéval
Petite Carrière
Tranchée
Carrière
1
2
3

N.


Tranchée du Chemin de fer
Vallée de la Lawe
Carrière
17
18
19
20
21

4


Escales
Frethun
Hervelinghen
Guines
Wissant
Pihen
Marquise
Ambleteuse
Hardinghen
+ 150 m
Surques
A
BOULOGNE
Desvres
Senle
Coursel
Samer
Zoteux
+150 m
Lacres
H
B
+100 m
Enquin
Hucqueliers
C
Bimont
H'
Quilen
Clenleu
Etaples
+100 m
I
MONTREUIL
G
K

Un sondage nous a appris qu'il repose sur une argile plastique jaune qui n'est probablement que l'argile des Flandres altérée.

Au-dessus vient une couche tourbeuse dont la composition est assez variable. Vers Audruick, on y reconnaît, à la base, de l'argile grise avec parties tourbeuses, puis du sable argileux gris et enfin, au-dessus, une très mince couche de limon noir semblable à une terre végétale et qui nous a fourni un fragment de poterie grise. A 100 mètres de là, il se produit une nouvelle couche tourbeuse dans le sable argileux gris. A 250 mètres de la tête du canal, les deux couches tourbeuses sont réunies ; elles sont remplies de coquilles d'eau douce; au-dessous, il y a une couche d'argile gris bleuâtre, qui forme niveau d'eau.

Au même point, c'est-à-dire à 250 mètres de la tête du canal, la tourbe est recouverte par une couche d'argile grise remplie de coquilles marines dont les deux valves sont réunies. On y reconnait des Scrobiculaires (*Scrobicularia piperata*) des *Cardium* (*Cardium edule*) et des Hydrobies (*Hydrobia ulvæ*).

Si l'on marche vers le nord, on rencontre bientôt le batardeau qui retient les eaux du canal pendant les travaux. Au-delà de ce batardeau, la couche marine se développe, nous l'avons vu, dans notre excursion, rester au niveau de l'eau du canal. D'abord elle est argileuse et les Hydrobies y pullulent ; puis elle devient sableuse et alors les *Cardium* y sont en grande quantité.

Sous ce niveau marin, la drague a creusé le fond du canal dans une épaisse couche de tourbe.

Si, au contraire, on se dirige vers le sud, vers Audruick, la couche marine diminue de plus en plus ; près de la tête du canal, elle n'est plus représentée que par 10 centimètres de limon brun avec Scrobiculaires.

Sur la couche marine, on voit un limon brun foncé rempli de coquiles d'eau douce. Nous l'avons observé à la tête du canal et nous l'avons suivi jusqu'au-delà du batardeau ; il y devient légèrement tourbeux, de sorte que le jour de l'excursion, on se demandait si ce n'était pas le prolongement de la couche tourbeuse, située au S. du batardeau.

Cet argile brune cesse à un kilomètre environ au N. d'Audruick et l'argile marine vient affleurer à la surface.

Près d'Audruick, à la tête du canal, on trouve sous le gazon un limon de même apparence que le limon d'eau douce, mais qui contient des coquilles marines, et en particulier des *Cardium.*

La position superficielle de cette couche et sa nature limoneuse peuvent faire douter qu'elle soit naturelle. On peut craindre que les coquilles n'aient été apportées ; on pouvait surtout se demander si elles ne proviennent pas d'un remaniement du limon marin inférieur, lors du creusement d'un fossé. Cette hypothèse a dû être écartée, parce que les coquilles sont différentes tandis que les coquilles inférieures sont essentiellement des Scrobiculaires, les coquilles supérieures sont des *Cardium.* La nature limoneuse de la couche n'est pas non plus une raison de faire rejeter son origine marine, car le limon supérieur à *Cardium* ne diffère nullement du limon inférieur à Lutraires dont l'origine marine est indéniable.

Nous concluons qu'Audruick est située sur le bord de la plaine maritime et que la tranchée du canal offre la preuve de deux invasions de la mer qui se sont étendues jusqu'au pied de la ville.

L'époque de ces invasions ne peut pas être fixée définitivement. Il se pourrait que la plus ancienne correspondit au IVe siècle de l'ère chrétienne et que la seconde fut celle

dont nous avons trouvé la preuve lors de notre excursion au Pont-sans-Pareil (1).

Nous avons profité de notre voyage pour examiner quelques autres questions, et en particulier pour explorer l'espèce de pertuis qui est entre Coulogne et Fréthun.

A l'O. du pont de Coulogne et à 500 mètres environ de la voie ferrée, nous avons constaté dans un champ la présence du sable marin à *Cardium* et, en dessous, à 0m6, un banc de tourbe dans lequel notre canne-sonde s'est enfoncée complètement.

A un kilomètre du pont de Coulogne, au Pont-à-trois-planches. Nous avons vu sur les berges de la Rivière Neuve un calcaire d'eau douce avec Lymnées, comme celui que nous avions observé à Saint-Pierre (2). A 100m à l'O. du pont nous avons fait un trou qui nous a montré la tourbe sous 0m40 de calcaire d'eau douce entre le calcaire et la tourbe, nous avons rencontré plusieurs coquilles de *Cardium*. Nous avons là une preuve que le sable à *Cardium* s'est déposé entre Fréthun et Coulogne, mais qu'il a été enlevé, probablement par le courant qui s'est établi lorsque la mer s'est retirée. Si on remarque que la surface du sol descend depuis le pont de Coulogne jusque près de Fréthun et que le point le plus bas du pays se trouve précisément au pied des collines crétacées, on est porté à admettre, comme le supposait depuis longtemps M. H. Rigaux, que ce sillon qui se termine à Sandgatte, a servi de passage à l'invasion de la mer et à son retrait. Quelle est cette invasion? A quelle époque faut-il attribuer la tourbe du Pont-à-trois-planches, nous ne le savons pas.

En tous cas la dépression, qui avait été remplie par la mer, fit place ensuite à un lac, où les ruisseaux qui des-

(1) Ann. Soc. géol. du Nord, XXI, p. 115.
(2) Ann. Soc. géol. du Nord, XXI, p. 116.

cendent des collines du Boulonnais venaient apporter leurs eaux calcaires.

Il était probable que ce lac s'étendait jusqu'à Saint-Pierre, puisque nous avions vu dans notre excursion du 23 avril le calcaire d'eau douce au Grand Vogen (café Fossier) près de l'octroi de Saint-Pierre, à un kilom. au N.-O. du pont de Coulogne. Nous avons voulu nous en assurer.

Un petit sondage à 500^{m} au N.-O. du pont de Coulogne, nous a montré que le calcaire d'eau douce y existe aussi et qu'il est superposé au sable marin? Au Café Fossier un autre forage nous a fait reconnaître la succession suivante :

Terre végétale	0,20
Tuf calcaire à Lymnées	0,20
Sable jaunâtre à *Cardium*	0,20
Tourbe jusqu'à 1^{m}10.	

Le propriétaire de la maison nous dit que quand il fait des fossés il trouve souvent des galets dans le sable jaune.

Un peu au N. avant d'atteindre le mur d'enceinte on voit apparaître le banc de galets de St-Pierre, qui est supérieur au tuf de Lymnées, les premiers galets semblent enfoncés dans le tuf.

Ces observations sont d'accord avec ce que nous a dit un puisatier de Saint-Pierre.

Dans presque tous les puits de cette ville on traverse d'abord le banc de galets qui peut acquérir une épaisseur de 2^{m}50; en dessous, on trouve le tuf calcaire avec coquilles d'eau douce épais de 0^{m}30, puis du sable jaune avec galets et enfin le sable pissart. A la fabrique Gaillard, près de l'Eglise Saint-Pierre, on a rencontré un banc de tourbe de 0^{m}40 sous ce tuf calcaire et probablement aussi sous le sable jaune (on ne nous a pas précisé le fait).

L'étendue de ce tuf calcaire d'eau douce jusque dans l'intérieur même de Calais, n'est pas un des faits les moins

curieux que nous révèle l'étude détaillée de la plaine maritime. Il ne peut s'être formé que dans un grand étang d'eau douce qui paraît tout à fait impossible dans l'état actuel du rivage. Mais nous n'avons encore aucune donnée sur son âge.

Nota. — Le sondage suivant qui nous a été communiqué par M. L Breton, montre quelle épaisseur considérable atteint le banc de galets de Saint-Pierre. On ne mentionne pas le tuf calcaire parmi les terrains traversés. Peut-être cesse-t-il avant d'arriver au littoral actuel.

Sondage de la nouvelle usine Théophile Lefebvre,

Rue Lefebvre à Saint-Pierre-lez-Calais,

foré en 1892.

	Épaisseur des Couches	Base des Couches
Cailloux roulés (galets de St-Pierre).	14.00	14.00
Sable	2.00	16.00
Sable gras.	6.00	22.00
Argile plastique	0.50	22.50
Tourbe	0.20	22.70
Sable grisâtre.	0.30	23.00
Sable verdâtre	2.00	25.00
Sable gris dur avec cailloux roulés	11.00	36.00
Sable gras argileux	7.00	43.00
Argile plastique	9.00	52.00
Argile sableuse verdâtre	6.75	58.75
Craie blanche.	115.90	174.65

cendent des collines du Boulonnais venaient apporter leurs eaux calcaires.

Il était probable que ce lac s'étendait jusqu'à Saint-Pierre, puisque nous avions vu dans notre excursion du 23 avril le calcaire d'eau douce au Grand Vogen (café Fossier) près de l'octroi de Saint-Pierre, à un kilom. au N.-O. du pont de Coulogne. Nous avons voulu nous en assurer.

Un petit sondage à 500m au N.-O. du pont de Coulogne, nous a montré que le calcaire d'eau douce y existe aussi et qu'il est superposé au sable marin? Au Café Fossier un autre forage nous a fait reconnaître la succession suivante :

Terre végétale	0,20
Tuf calcaire à Lymnées	0,20
Sable jaunâtre à *Cardium*	0,20
Tourbe jusqu'à 1m10.	

Le propriétaire de la maison nous dit que quand il fait des fossés il trouve souvent des galets dans le sable jaune.

Un peu au N. avant d'atteindre le mur d'enceinte on voit apparaître le banc de galets de St-Pierre, qui est supérieur au tuf de Lymnées, les premiers galets semblent enfoncés dans le tuf.

Ces observations sont d'accord avec ce que nous a dit un puisatier de Saint-Pierre.

Dans presque tous les puits de cette ville on traverse d'abord le banc de galets qui peut acquérir une épaisseur de 2m50 ; en dessous, on trouve le tuf calcaire avec coquilles d'eau douce épais de 0m30, puis du sable jaune avec galets et enfin le sable gissart. A la fabrique Gaillard, près de l'église Saint-Pierre, on a rencontré un banc de tourbe de 0m40 sous le tuf calcaire et probablement aussi sous le sable jaune ou se trouve le gissart.

L'existence de ce tuf calcaire d'eau douce jusque dans l'intérieur même de Calais n'est pas un des faits les moins

curieux que nous révèle l'étude détaillée de la plaine maritime. Il ne peut s'être formé que dans un grand étang d'eau douce qui paraît tout à fait impossible dans l'état actuel du rivage. Mais nous n'avons encore aucune donnée sur son âge.

Nota. — Le sondage suivant qui nous a été communiqué par M. L Breton, montre quelle épaisseur considérable atteint le banc de galets de Saint-Pierre. On ne mentionne pas le tuf calcaire parmi les terrains traversés. Peut-être cesse-t-il avant d'arriver au littoral actuel.

Sondage de la nouvelle usine Théophile Lefebvre,

Rue Lefebvre à Saint-Pierre-lez-Calais,

foré en 1892.

	Épaisseur des Couches	Base des Couches
Cailloux roulés (galets de St-Pierre).	14.00	14.00
Sable	2.00	16.00
Sable gras.	6.00	22.00
Argile plastique	0.50	22.50
Tourbe	0.20	22.70
Sable grisâtre.	0.30	23.00
Sable verdâtre	2.00	25.00
Sable gris dur avec cailloux roulés	11.00	36.00
Sable gras argileux	7.00	43.00
Argile plastique	9.00	52.00
Argile sableuse verdâtre	6.75	58.75
Craie blanche.	115.90	174.65

*Compte-rendu de l'Excursion Géologique de la Société Géologique du Nord dans les environs d'***Aire**, *le 14 mai 1893.*

par M. **H. Spétebroot,** *élève de la Faculté.*

Partis de Lille, à 7 h. 25, nous arrivons à Vincly vers 10 heures ; nous nous hâtons de visiter la carrière qui se trouve tout près du point d'arrêt.

Cette carrière est ouverte dans des bancs alternants de grès blanc sans fossiles et de schiste rouge.

Les grès sont constitués par des grains arrondis de silice, réunis à un très grand nombre d'autres grains d'un blanc grisâtre.

Ceux-ci sont le résultat de la décomposition du feldspath, que contenait primitivement la roche. Les eaux de pluie chargées de l'acide carbonique de l'air enlevaient la potasse au feldspath. Il se formait un carbonate de potasse qui était dissout par l'eau. Le feldspath se trouvait par le fait même transformé en kaolin.

Ce grès présente donc tous les caractères du grès d'Anor.

A la partie supérieure de la carrière et dans les environs, il existe un schiste rouge plus ou moins arénacé, donnant par suite de sa décomposition une bonne terre végétale.

Dans la carrière ces schistes reposent en stratification concordante sur les grès précités.

Tout cet ensemble qui plonge d'environ 45° vers le sud appartient au prolongement de la crête du Condros.

Nous devons donc trouver des couches de plus en plus récentes à mesure que nous avançons vers le Sud. Vers le Nord, au contraire, nous devons nous attendre à trouver le Gedinnien; au-dessous de celui-ci, la Grande Faille, et enfin le houiller du Bassin de Namur.

Près du village de Dennebreucq, nous rencontrons un banc de grès micacé, alternant avec des schistes rouges. Il est comparable au psammite de Fooz, près de Namur. On n'y trouve pas de fossiles.

Le terrain dévonien de Vincly et de Dennebreucq constitue une sorte de crête souterraine traversée par la Lys. Le plateau est formé par le terrain crétacé. Ainsi avant de trouver le psammite nous avons dû traverser le bois de Vincly, qui est couvert par le sable phosphaté, coloré en vert par de nombreux grains de glauconie.

Au village de Dennebreucq, ce sable argileux présente à sa base de nombreux nodules de phosphate de chaux, de grosseur variable. Il n'est pas très pur, se trouvant souvent mélangé de sable jaune. M. Parent, qui a étudié ces formations, y a trouvé les fossiles du Gault.

Au-dessus de ce sable albien, on remontre le faciès sableux de l'assise à *Pecten asper*. Le Cénomanien couvre tous les environs.

Le temps nous manque, malheureusement, pour continuer notre étude de ce côté.

Nous prenons donc le train pour Aire où le déjeûner nous attendait déjà ; aussi fut-il rapidement enlevé, après quoi, des voitures nous emportent rapidement dans la direction de Mazinghem.

Une tranchée trouvée le long de la route permet à M. Ladrière de nous donner quelques indications sur la composition du sol en cet endroit.

Il reconnaît à la partie supérieure l'assise moyenne du quaternaire bien représentée par du limon fendillé, surmontant le limon panaché et en dessous le limon à points noirs, ainsi nommé parce qu'il contient des débris de racines charbonnés.

Une carrière rencontrée à une certaine distance de là, nous montre une argile plastique, noirâtre, sans fossiles.

Elle est rapportée à l'étage de l'argile des Flandres. Il est assez curieux de voir cette argile des Flandres au sommet des collines de l'Artois. On l'emploie à la fabrication des pannes.

Elle est surmontée d'un limon renfermant de nombreux silex blanchis éclatés, appartenant probablement au quaternaire.

Une nouvelle carrière, située à une petite distance, nous permet encore d'étendre nos connaissances.

Nous y remarquons les deux couches précitées surmontant un sable gris ou jaunâtre qui appartient à l'assise des sables d'Ostricourt. Au contact de l'argile, ce sable est ferrugineux. M. Gosselet nous explique que cette particularité tient à ce que l'eau contenue dans les sables inférieurs monte par capillarité jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par l'argile plastique, elle dépose en cet endroit, par conséquent immédiatement sous l'argile, les matières étrangères qu'elle renferme.

Ce sable appartient à une couche très épaisse qui change d'aspect à mesure que l'on monte. Vert glauconieux à la base, il devient bientôt jaune, ferrugineux, pour se transformer en un sable complètement blanc au sommet.

Cette succession est bien visible dans la colline située près de Molinghem nous présente ces caractères.

A l'entrée du village de Molinghem, nous retrouvons le limon à silex brisés, surmontant l'argile des Flandres.

Et non loin de la station de Berguette, une carrière nous montre un sable à grains moyens légèrement aquifère. L'eau qu'il contient est retenue par le sable inférieur qui est à grains plus fins encore et qui est moins perméable.

Nous prenons à Berguette le train qui nous ramène à Lille à 6 heures 30.

Note sur les gîtes de **Phosphate de Chaux** *des environs de* **Fresnoy-le-Grand,**

par M. **Gosselet** (1).

Dernièrement M. Guillot-Ruffin, négociant à Bohain, m'engageait à aller visiter une exploitation de phosphate qu'il venait d'ouvrir à Montbrehain, près de la limite sud du territoire de cette commune. Je me suis empressé d'accepter cette aimable invitation et, conduit par M. Guillot, j'ai pu parcourir non-seulement les gîsements de Montbrehain, mais aussi ceux de Méricourt, de Fresnoy-le-Grand et d'Étaves.

Ces gîtes m'ont offert un tel intérêt que je désire en entretenir la Société.

Le gîte de Montbrehain occupe un espace qui ne dépasse guère deux hectares. La craie grise phosphatée affleure, recouverte par 20 à 40 centimètres de sable phosphaté et de limon. Elle est creusée de poches très nombreuses ayant en moyenne 0^m40 de diamètre et 1^m à 1^m50 de profondeur. Elles sont remplies de sable phosphaté et ne dépassent pas la craie grise. Quelques-unes plus profondes descendent jusque dans la craie blanche inférieure à la craie grise. La surface de la craie blanche est alors tapissée d'argile noire. C'est une confirmation du fait signalé par M. Lasne (2).

La craie grise phosphatée a 2^m d'épaisseur, elle se divise en deux couches : la supérieure grise, l'inférieure gris-jaunâtre.

M. Guyot, associé de M. Guillot, qui surveille lui-même l'exploitation, y a recueilli de nombreux fossiles, qu'il a

(1) Lû dans la séance du 19 avril 1893.

(2) Bull. Soc. Géol. France, XXVIII, p. 458. Ann. Soc. Géol. Nord, XVIII, p. 160.

bien voulu mettre à ma disposition. Ce sont, comme d'habitude, des *Belemnites quadratus* de petite taille, des Ventriculites et des dents de squales Il y avait en outre deux fragments de Rudistes.

La base de la craie phosphatée est formée sur 0,30 à 0,40 d'épaisseur par une couche meuble remplie de nodules de phosphate de chaux.

La craie blanche, qui est en dessous, présente sur une épaisseur de 0^m60 à 0^m80 des pénétrations de craie sableuse phosphaté, semblable à celle qui enveloppe les nodules de la couche précédente. Cette particularité bien curieuse est mieux visible encore dans le gîte de Fresnoy-le-Grand.

En face de la phosphatière de Montbrehain, séparée d'elle par un léger ravin, on voit une colline de craie surmontée de tuffeau. Le tuffeau accompagné d'un peu d'argile tertiaire couvre, sous le limon, la colline située au S.-E. de Montbrehain. La présence de ce lambeau tertiaire m'avait échappé lorsque j'ai fait la carte géologique.

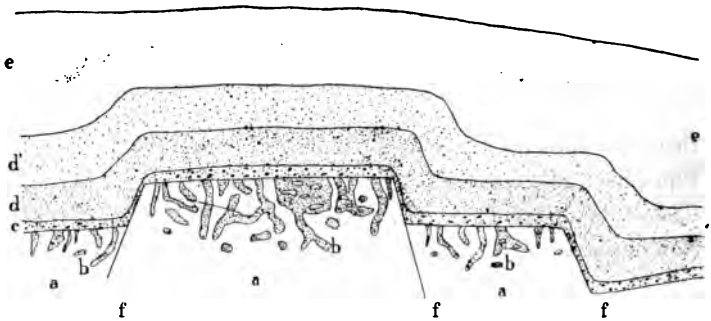
A Fresnoy-le-Grand, nous avons visité l'exploitation de M. Flour, situé au S -E. de la ville, près du Moulin de Bois.

La craie grise phosphatée y constitue une zone de 1^m50 à 2^m d'épaisseur, dont la richesse en phosphate diminue depuis la base jusqu'au sommet. On peut y distinguer deux couches, l'inférieure grise, la supérieure un peu jaunâtre, moins riche en phosphate. Elle est surmontée de craie blanche, qui contient encore des grains de phosphate. Bien que la ligne de démarcation entre les deux craies soit assez nette, on doit néanmoins considérer cette craie blanche comme un dépôt faisant régulièrement suite à la craie grise.

La craie grise contient, sur toute son épaisseur, de petits nodules de phosphate de chaux concrétionné.

Fig. 1.

Coupe du Gîte de Phosphate à Fresnoy-le-Grand



a Craie blanche inférieure.
b Perforations remplies de craie phosphatée.
e Craie phosphatée meuble avec concrétions de phosphate.
d Craie grise riche.
d' Craie gris jaunâtre moins riche.
e Craie blanche supérieure.
fff Failles.

A la limite de la craie grise et de la craie gris jaunâtre, il y a souvent un cordon de ces nodules.

La craie grise repose sur un conglomérat de 0m40 d'épaisseur, formé de nodules de phosphate de chaux plus volumineux, empatés dans une craie phosphatée meuble, qui passe au sable phosphaté. La plupart des nodules sont couvert d'un enduit luisant de phosphate de chaux. Quelques-uns portent fixés à leur surface des spondyles, des huîtres, des serpules et l'enduit luisant couvre aussi bien le fossile que le nodule. Enfin il en est qui présentent des perforations très manifestes, remplies de craie phosphatée

meuble. Si on enlève le remplissage, on voit que la surface interne des perforations est jaunie et vermiculée.

Mon collègue, M. Buisine, professeur à la Faculté des Sciences, a bien voulu faire l'analyse, tant des nodules, que de la craie phosphatée meuble qui les contient.

	1er NODULE	2e NODULE	CRAIE MEUBLE
Insoluble dans les acides....	2.38	1.05	9.48
Phosphate de chaux.....	9.60	27.25	10.47
Carbonate de chaux	83.25	67.28	72.37
Non dosé.....	4.77	4.42	7.68

On voit que les nodules ont une composition différente de la craie meuble qui les entoure. Les uns sont plus riches en phosphate, les autres plus pauvres. Ces derniers contiennent même moins de phosphate que ne l'indique l'analyse, parce qu'il est très difficile de les purger de la craie meuble, qui a pénétré dans leurs perforations. Ils ont du reste l'apparence d'être des fragments roulés de craie blanche, durcis et enrichis en phosphate.

La surface de la craie blanche inférieure, sous le conglomérat, est elle-même jaunie ; elle est criblée de perforations, remplie de craie phosphatée riche. Ces perforations pénètrent en diminuant de nombre jusqu'à 1m de profondeur. Elles sont très variables non-seulement de longueur mais aussi de forme et de diamètre. Les plus simples présentent une section cylindrique ou elliptique ; vers la surface elles se croisent, se ramifient, s'anastomosent et contituent un lacis impossible à suivre et à démêler.

Je dois encore à M. Buisine l'analyse de la craie blanche perforée et celle de la craie phosphatée sableuse, qui remplit les perforations.

	Craie blanche	Craie phosphatée sableuse
Insolubles dans les acides. .	2.25	7.76
Phosphate de chaux.	4.25	23.18
Carbonate de chaux	91.25	63.70
Non dosé	2.22	5.36

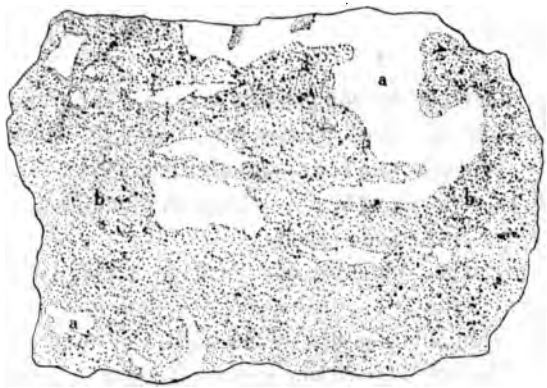
La différence de composition est trop importante et la séparation des deux parties trop tranchée, pour qu'on puisse supposer que ces apparences sont dues à une simple infiltration de phosphate de chaux en dissolution à travers la craie blanche sous-jacente.

Pourrait-on admettre que l'eau de pluie, pénétrant à travers la craie, y a creusé ces perforations et les a remplies en y entraînant les grains de phosphates de la couche supérieure. Je vois d'abord une grave objection à cette hypothèse dans la délicatesse de certains morceaux de craie blanche et dans l'acuité de leurs angles; en outre, il me semble difficile d'expliquer par la dissolution les cavités cylindriques ou cylindroïdes, qui pénètrent à de grandes profondeurs avec un diamètre de quelques centimètres.

Dans certains points, près de la surface de contact de la craie grise et de la craie blanche, la roche est réduite à une véritable brèche (fig. 2) où les morceaux de craie blanche ne constituent qu'un quart ou un cinquième de la masse. J'avais d'abord considéré cette roche comme un conglomérat formé de fragments de craie blanche remaniés dans la couche de craie phosphatée. Mais les fragments de craie blanche ont des angles si vifs, des découpures si tenues qu'ils ne peuvent pas avoir été roulés, ni même balottés par les eaux.

Fig. 2.

Brèche au contact de la craie grise et de la craie blanche inférieure.



a Craie Blanche. — *b* Craie grise.

L'irrégularité des fragments et leur faible importance par rapport à la craie phosphatée qui les enveloppe, excluent l'idée d'un simple fendillement sur place, suivi d'une cimentation des fragments par la craie phosphatée.

Après avoir éliminé toutes ces hypothèses on en revient, comme à la plus probable, à l'idée de perforations par des animaux, qui ne laissaient qu'un vide comme trace de leur habitation.

Les roches bréchoïdes seraient dues à plusieurs perforations successives qui se seraient superposées en se croisant dans divers sens. Ces perforations seraient contemporaines du commencement du dépôt de la craie phosphatée; elles se remplissaient de sédiments, dès que l'animal mourait ou se retirait.

Que cette explication soit ou non la bonne, il ne faut pas

perdre de vue que le phénomène s'est produit sur une certaine étendue. On le constate non-seulement dans le gîte de Fresnoy, mais aussi dans ceux de Montbrehain et de Méricourt.

La carrière de Fresnoy montre plusieurs failles verticales de 1 et 2^{m} d'amplitude. La couche de conglomérat phosphate est plaquée contre la surface de faille, elle a dû être traînée et étirée le long de la cassure : la surface de craie qui lui fait face est creusée de stries qui indiquent également cette traînée (fig. 1).

Au pied sud-est de la colline, où sont situées les phosphatières de Fresnoy, et à un niveau inférieur de 40^{m} environ, il y a une carrière de craie blanche avec four à chaux. Au fond de la carrière, on exploite de la craie grise qui peut servir de pierre de construction ; elle appartient à la base de l'assise à *Micraster cor testudinarium*, ou même à l'assise à *Micraster breviporus*. Ainsi à Fresnoy l'ensemble de la craie à *Micraster cor anguinum* et à *Micraster cor testudinarium* n'a pas plus de 40^{m} d'épaisseur.

Le gîte de Méricourt (1) est situé à 1 kilom. au S. du précédent, également sur le flanc S.-E. d'un coteau crayeux sur une surface d'à peine 4 à 5 hectares. Il présente les mêmes faits que le gîte de Fresnoy ; toutefois le conglomérat de nodules phosphatés y est beaucoup moins épais, ou manque même complétement. Il est alors remplacé par un lit de concrétions phosphatées, empatées dans de la craie grise, mais on y trouve les perforations et la roche bréchoïde signalées plus haut.

Dans une carrière située à la partie orientale du gîte, derrière le cabaret qui fait le coin de la route. On voit la coupe suivante :

(1) Méricourt est un hameau de Croix-Fonsomme.

a	Limon, ?	1m »
b	Limon sableux.	1m50
c	Argile plastique grise tertiaire. .	0m20
d	Craie blanche, fendillée	1m50
e	Craie grise phosphatée, fendillée .	2m »
f	Lit de concrétions phophatées souvent volumineuses	0m10
g	Craie blanche.	

On remarque que la craie grise est fendillée ; du sable phosphaté a rempli toutes les fentes et donne à la roche une apparence bréchoïde. Comme il n'y a pas de sable phosphaté au-dessus, on doit admettre qu'il provient d'une poche située dans le voisinage (à 2 ou 3m de distance) et qu'il a été apporté dans les fentes par l'eau qui y circulait.

La craie blanche supérieure est aussi fendillé; mais la matière qui remplit les fentes est beaucoup plus argileuse ; cependant les ouvriers m'ont dit qu'elle contenait du phosphate.

A Étaves, les travaux sont à leur début. On y exploite le sable phosphaté et la craie grise. Le sable phosphaté remplit, comme toujours, des poches creusées dans la craie. Il est recouvert par une série de couches tertiaires analogues à celles qu'on voit à Templeux. Dans un point de la carrière j'ai relevé la coupe suivante :

Limon, ?	2m »
Argile noire	0m28
Sable vert.	2m »
Ligne de gros silex verdis . .	0m20
Sable phosphaté.	

En ce point la craie grise phosphatée a 1m70 d'épaisseur, mais comme elle n'est pas recouverte par de la craie blanche ; il est impossible de dire si l'on a toute la couche, ou si l'on n'en possède que la partie inférieure.

Ces exploitations sont situées sur le flanc oriental d'une colline située à l'O. de celle qui porte le village d'Etaves. Entre les deux collines se trouve un ravin profond de 20^{m} environ. La craie grise descend vers le ravin et on l'a retrouvée par des sondages sur le flanc occidental de la colline d'Etaves ; elle y acquiert même une épaisseur considérable et elle y est recouverte de craie blanche. On m'a cité trois sondages A, B et C ou l'on a traversé la craie phosphatée sur des épaisseurs de 9^{m}, 15^{m} et 13^{m}. La couche de craie grise et la craie blanche qui la surmonte avaient un plongement manifeste vers le centre de la colline d'Etaves. Mais quelques mètres plus loin, avant d'arriver au village d'Etaves, un sondage n'a plus traversé, sous de la craie blanche, que 5^{m} de craie phosphatée et de l'autre côté de la colline d'Etaves, qui n'a pas plus de 3 à 400^{m} de largeur, il n'y a plus du tout de craie grise.

Cette disposition, que je n'ai pas vue, mais qui m'a été confirmée par tous les ouvriers et les témoins des sondages, est identique à celle que M. Lasne nous a fait connaître à Orville, à Beauval et à Breteuil (1).

La première idée qui nous vient à l'esprit est de supposer que la craie phosphatée remplit à Etaves une cuvette profonde et à bords très inclinés à la surface de la craie blanche inférieure. Cette hypothèse paraît nécessaire pour expliquer comment elle présente dans la colline d'Etaves des variations d'épaisseur considérable sous une couverture de craie blanche. C'est l'explication donnée par M. Lasne; c'est celle à laquelle je m'étais d'abord arrêté.

Mais en réfléchissant à la difficulté de cette interprétation et en tenant compte des failles observées à Fresnoy, j'ai

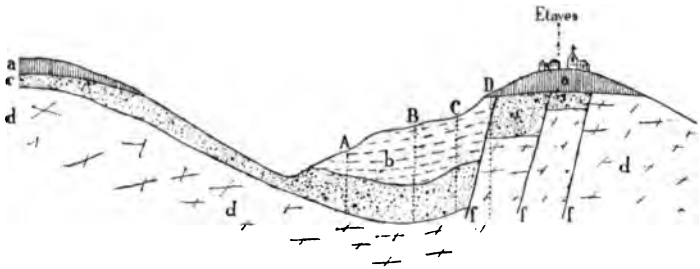
(1) H. Lasne : *Sur les terrains phosphatés de Doullens, 2me note.* Bull. Soc. Géolog. de France, 3me série, XX, p. 211.

pensé que l'on pourrait expliquer, par des failles légèrement obliques, la diminution de l'épaisseur de la craie grise dans le sondage D et sa disparition à l'E. de la colline d'Etaves. C'est ce que montre la coupe hypothétique suivante (fig. 3).

L'existence de ces failles me paraît d'autant plus probable qu'il n'y a guère d'autre manière d'expliquer le peu de largeur du gîte de la craie grise à Etaves.

Fig. 3.

Coupe hypothétique des gîtes de Phosphate de chaux d'Etaves



a Terrain tertiaire.
b Craie blanche supérieure.
c Craie grise phosphatée.
d Craie blanche inférieure.
A, B, C, D Sondages.
f, f, f Failles.

Au bas de la colline d'Etaves les sondages n'ont reconnu le banc de la craie grise que sur 200^{m} de longueur ; plus haut il n'a que 100^{m}; il semble donc pénétrer en coin dans la colline. Je le crois limité des deux côtés au N. et au S. par deux failles qui vont se rejoindre sous le village. C'est le paquet situé entre les deux failles qui est descendu entre deux masses à *Micraster* restées fixes.

Il reste à expliquer pourquoi la couche de craie phosphatée présente une épaisseur extraordinaire dans le thalweg de la vallée. Ce fait, déjà constaté par M. Lasne, paraît général. M. Lasne en a conclu que les thalwegs existaient déjà à l'état d'ébauche, à l'époque de la *B. quadrata*, et qu'ils ont constitué le lieu de dépôt de la craie phosphatée. Étant donné l'exactitude de ses observations, son explication en découle naturellement.

Espérons que les progrès de l'exploitation des gîtes de phosphate des environs de Fresnoy nous donneront des idées nettes sur ces apparences extraordinaires.

Note sur les **Richesses minérales** *des* **Pyrénées-Orientales,** *par M.* **Charles Helson** (1).

Historique des mines des Pyrénées. — L'énumération des mines des Pyrénées, ou d'un grand nombre d'entre elles, a été donnée par divers auteurs anciens et notamment par la baronne de Beausoleil en 1630.

Outre les puissantes mines de fer que l'on a exploitées dans tous les temps dans les Pyrénées-Orientales, ce pays possède encore de nombreuses mines d'autres métaux qui paraissent avoir eu leur temps d'activité.

Les souvenirs les plus éloignés, relativement à ces dernières, remontent au moyen-âge. Les rois d'Aragon donnèrent un grand nombre de concessions.

La première des concessions, dont il est fait mention dans les archives, est celle de la mine d'argent de la Coume de Bouxéda, qui fut partagée en 1146.

Des documents donnés par M. Merer, signalent à cer-

(1) Lue dans la séance du 15 mars 1893.

taines époques beaucoup d'ardeur dans la recherche des mines, ardeur qui prouve que celle-ci n'a pas toujours été infructueuse.

Après le XVe siècle, on cessa pendant quelque temps de chercher l'or, l'argent et plusieurs autres métaux, mais l'exploitation du fer ne fut pas suspendue.

On voit encore quelques concessions accordées dans le cours du XVIe et dans le XVIIe, après la conquête de Louis XIII. Durant le XVe siècle, les mines étaient soumises à un règlement particulier, et à cette époque, les redevances que percevaient les rois d'Aragon étaient très fortes. Ces redevances ont varié suivant les rois ; élevées, surtout vers le XVIe siècle, quand se fit sentir la dépréciation du prix des métaux précieux, elles contribuèrent beaucoup sans doute, comme en Espagne, à l'anéantissement des mines.

Au commencement du XVIIIe siècle, en 1717, le régent fit donner aux intendants des provinces, l'ordre de chercher les mines dans toute l'étendue du royaume ; dans le Roussillon les recherches furent confiées à un certain Villaroja qui donna bientôt une note des gisements qu'il avait découverts.

Vers 1722, un édit de Louis XV portait l'établissement d'une compagnie pour travailler toutes les mines du royaume pendant trente années, avec le don du dixième appartenant au domaine et à prélever sur le produit des mines.

En 1731, cette concession exorbitante fut restreinte, par arrêt du Conseil d'État, aux mines et minières des provinces du Béarn, de la Basse-Navarre, du Languedoc et du Roussillon, et le don du dixième fut révoqué.

Plusieurs concessions furent encore accordées au XVIIIe siècle, mais indépendamment de l'absence de traditions, de l'imperfection de la législation minière et de

l'ignorance relative à l'étendue des anciens travaux qu'on pouvait rencontrer; on était encore sous l'influence de l'esprit du temps, inspiré par les gouvernements eux-mêmes.

Un souffle de spéculation malsaine était répandu partout, et la formation de la *Société Royale des mines des Pyrénées* en 1720, qui s'écroula après quelques années d'existence, paraît n'avoir été que le reflet d'autres vastes entreprises telles que celles de Law, dont l'agiotage était le principal caractère. Rien ne pouvait réussir sous de telles influences.

Les travaux furent poursuivis avec plus de constance et d'honnêteté dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, mais on eut à lutter contre des frais excessifs de transports. Enfin la Révolution détermina l'abandon des nombreuses tentatives que l'on avait entreprises.

Les mines des Pyrénées restèrent encore abandonnées pendant la moyenne partie du siècle actuel. Quelques-unes d'entre elles ont été reprises dans ces dernières années, et plusieurs autres concessions demandées, et il est probable, comme nous allons le démontrer dans la suite de cette note, que leur fortune est appelée à être favorablement modifiée par suite de leur richesse en fer et manganèse, de leur pureté, du voisinage des chemins de fer qui déjà lancent leurs ramifications dans la profondeur des gorges, comme les chemins de Perpignan, Prades, Olette, dans le Roussillon, de Foix et de Saint-Girons dans l'Ariège, et de Pierrefitte dans les Hautes-Pyrénées.

Nous pouvons résumer ce qui précède dans le tableau suivant concernant l'histoire des mines en France.

Période gauloise. Travail libre et paisible.

Période romaine. Travail par les esclaves.

Mérovingiens et Carlovingiens. Abandon des mines presque général. Travaux des Sarrazins.

Moyen âge. Travail actif.

De la Renaissance au dix-huitième siècle. De nouveau abandon presque total.

Dix-huitième siècle. Reprise de nombreuses mines avec quelques succès dans la deuxième moitié du siècle.

Dix-neuvième siècle. Tentatives nombreuses, difficultés des transports, absence de routes. Enfin reprise dans les temps récents depuis la création des routes, des chemins de fer et des voies aériennes pour desservir les régions montagneuses.

Causes de l'abandon des mines en France. — En résumé, si on recherche les causes de ces abandons successifs, des mines en France, on arrive à reconnaître :

1° Qu'un grand nombre de ces mines ont été arrêtées par suite de l'insuffisance des moyens dont on disposait, au moment où il aurait fallu des forces plus puissantes pour en poursuivre l'exploitation, et qu'elles ont été reprises quand des forces nouvelles dues au progrès de l'art ou de la science ont été mises aux mains des mines.

2° Que les malheurs publics, l'influence d'une mauvaise administration dans les siècles derniers, la rencontre de vieux travaux inconnus, beaucoup plus que la découverte de l'Amérique, comme on l'a souvent écrit, beaucoup plus aussi que l'élévation de la main-d'œuvre ou l'abaissement du prix des métaux, sont les causes principales d'un anéantissement qui, depuis plus de trois cents ans s'est, pour ainsi dire, perpétué jusqu'au siècle actuel.

3° Que l'opinion défavorable, non justifiée à l'égard des gisements métalliques, l'absence ou l'imperfection des moyens de transport et souvent l'inconstance des exploitants ont été les principales causes du délaissement des mines pendant le dix-neuvième siècle, jusqu'à nos jours.

Doit-il en être toujours ainsi ? Nous ne le croyons pas, et

cette situation doit se modifier au fur et à mesure que les voies de communication se multiplient et que les Compagnies des chemins de fer consentent à abaisser leurs tarifs, comme elles viennent de le faire dans le Midi pour les minerais de fer des Pyrénées-Orientales.

Région ferrifère des Pyrénées-Orientales et richesses des concessions. — Le département des Pyrénées-Orientales n'aurait rien à envier aux plus favorisés de la France, si les richesses minérales signalées dans le pays, depuis le douzième siècle, étaient mises en valeur.

Ces richesses métallifères sont groupées autour et à la base du Canigou, et particulièrement à l'Ouest aux environs de Prades et à l'Est dans le groupe de Batère, Ballestavy et Velmanya.

Aujourd'hui, on compte dans les Pyrénées-Orientales 27 concessions de minerais de fer occupant une superficie d'environ 10,000 hectares dont la plus ancienne et l'une des plus étendues est celle de Fillols qui remonte à l'an XIII et qui alimente aujourd'hui seule une partie des usines du Midi, les autres concessions n'attendant que des capitalistes pour développer les travaux commencés.

Les gisements exploités se présentent en filons, en couches et en amas dans des calcaires saccharoïdes et des schistes argileux reposant sur les granites et appartenant aux terrains de transition inférieurs.

Aux environs de Prades, ils suivent une ligne dirigée à peu près est-ouest, d'une longueur de plus de 20 kilomètres et passant par Escoumps-Escaro, Thorrent-Sahorre-Vernet et Fillols.

La puissance moyenne de cette bande ferrifère est d'environ 20 mètres, mais dans le groupe de Batère et de Velmanya, elle atteint 40 mètres dans les concessions de La Pinouse, Velmanya et Tour de Batère.

Ces minerais, d'une richesse exceptionnelle, comme nons le montrerons plus loin, à l'aide d'analyses, consistent principalement en fer oxydulé magnétique, en fer oligiste et en fer carbonaté décomposé. Ils sont tous manganésifères :

1° M. Wickersheimer, ingénieur au corps des Mines dans un travail très consciencieux sur la richesse minérale de la région pyrénéenne, s'exprime ainsi :

« Les gîtes sont inépuisables dans les Pyrénées-Orien-
» tales, leur épaisseur varie de 10 à 45 mètres, il y a là des
» éléments pour écraser la concurrence de l'Espagne, de
» l'île d'Elbe et de l'Afrique. »

2° L'un des ingénieurs du Creusot écrivait également à la suite d'une visite dans les Pyrénées :

« La qualité des carbonates spathiques et des hématites
» manganésifères des Pyrénées-Orientales, a été univer-
» sellement réputée comme la première en France : ils
» sont aujourd'hui appelés à alimenter les grands éta-
» blissements métallurgiques dans lesquels la production
» de l'acier prend tous les jours un si considérable déve-
» loppement. »

3° M. Jordan, l'éminent professeur de métallurgie de l'École Centrale des arts et manufactures, disait dans sa *Revue de l'Exposition universelle* de 1867 :

« Les Pyrénées-Orientales sont très riches en minerais
» de fer, elles alimenteront un jour les forges de France et
» transformeront complètement la fabrication des usines
» d'Aubin et du Gard et amèneront la création d'usines
» métallurgiques importantes ; non seulement dans les
» Pyrénées, mais aussi dans le bassin de Graissessac.

» Ces gisements riches en manganèse fournissent des
» minerais de qualité supérieure pour la fabrication des
» fers fins et des aciers ; ce sont des minerais de fer spa-
» thiques; des mines douces, des fers oligistes et même
» des fers oxydulés. »

4° Nous pouvons citer encore le passage suivant extrait des beaux ouvrages de M. Burat sur les minerais de fer des Pyrénées :

« Le versant nord des Pyrénées présente des éléments » favorables aux gîtes métallifères, qui sont en effet nom- » breux et variés. Les plus importants sont, sans contredit, » les minerais de fer hématite et fer spathique, spéciale- » ment aptes à la fabrication des fers de qualité et des » aciers.

5° Enfin M. F. Gauthier, l'ingénieur conseil bien connu, écrivait également, dans l'*Annuaire des Mines et de la Métallurgie française* la note suivante, concernant les Pyrénées-Orientales.

« L'achèvement du réseau de nos chemins de fer et » l'établissement de tarif à 2 1/2 et 3 centimes par tonne, » permettront de donner à l'emploi des minerais indigènes » toute l'extension que leur abondance comporte, car la » première chose à faire est, avant tout, de tirer parti des » minerais de fer de la France et fort heureusement, nous » n'en sommes pas dépourvus. »

A l'appui de l'opinion de M. F. Gauthier, des ingénieurs Jordan, Burat, Wickersheimer et de tous les ingénieurs des mines qui ont pu parcourir les Pyrénées-Orientales, nous pouvons assurer, d'après une connaissance parfaite de ces gisements, que le département des Pyrénées-Orientales est destiné à devenir le grenier de la métallurgie française. La pureté et la richesse de ses minerais nous permettent de concevoir cette espérance.

Nous terminerons ces considérations en donnant trois tableaux d'analyses concernant les minerais de l'Afrique, de l'Espagne et des Pyrénées-Orientales.

MINERAIS DE FER DE L'ALGÉRIE

Analyses

ÉLÉMENTS DE L'ANALYSE	MINERAIS DE LA RÉGION DE CONSTANTINE					
	Minerai de Mokta oxydulé magnétique	MINERAIS DE DJEBEL-HALIA — Hématites			CONCESSION FILFILAH	
					Oligiste.	Hématite.
SiO^2	6.00	7.10	8.00	3.50	2.50	3.50
CaO	0.40	traces	traces	traces	traces	traces
$Al^2 o^3$	0.90	0.69	3.61	3.00	traces	1.70
$Fe^2 o^3$	78.14	81.71	75.21	81.00	92.64	86.57
Mno^2	4.55	traces	1.18	traces	0.79	traces
Feo	3.73	»	S. 0.08	traces	traces	0.07
Ph	0.00	traces	0.03.	traces	0.03	0.35
Perte au feu	6.10	9.70	10.95	12.20	3.50	7.50
Fe %	57.50 %	57.20	52.65	56.70	64.85	60.60
Mn %	2.88 %	traces	0.75	traces	0.50	traces

Analyse moyenne

OBSERVATIONS. Ces analyses ont été faites dans les laboratoires de la Cie de Terrenoire, La Voulte et Bessèges.

MINERAIS DE FER DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

Analyses

ÉLÉMENTS DE L'ANALYSE	MINERAIS DE LA RÉGION DE VELMANYA — Gare d'expédition Vinça					
	CONCESSION DE VELMANYA				CONCESSION DE LA PINOUSE	
	Roc rouge	Las Nantilas.	Gaïtadou grillé		La Pinouse	Le Poutet
Silice	10.00	1.50	Matières volatiles	0.50	2.30	2.00
Alumine	0.25	0.15			»	»
Peroxyde de fer	76.00	82.53	Fer métallique	64.50	80.30	84.00
Oxyde de manganèse	2.90	0.60			6.00	4.50
Chaux	traces	6.00		1.25	traces	0.30
Magnésie	—	0.15		1.65	traces	traces
Acide sulfurique	—	Traces	Soufre	0.03	»	»
Acide phosphorique	0.04	0.02		0.01	0.05	0.06
Perte au feu	9.90	8.90	Fer et manganèse métallique	68.90	11.0	9.00
Fer métallique	53.20	57.77			fer mét. 56.21	58.80
Manganèse					mang.. 4.32	3.24
					Total % 60.53	62.04

OBSERVATIONS. — Les analyses de Velmanya ont été faites dans les laboratoires de l'École des Mines de Paris.

MINERAIS DE FER DE L'ESPAGNE

Analyses

ÉLÉMENTS DE L'ANALYSE	MINERAIS DE LA RÉGION DE BILBAO				
	Minerai dit Rubio ou Hématite brune	Minerais de Campanil (1) ou Hémanite rouge (2)		du mont Triano (3)	Veine dulée ou veine douce
Peroxyde de fer.....	77.85	80.800	84.00	84.70	90.500
Oxyde de manganèse...	0.70	1.132	1.90	1.35	1.200
Chaux.....	0.50	2.482	4.60	0.50	0.634
Magnésie.....	traces	traces	traces	traces	traces
Silice.....	8.50	5.550	3.20	1.80	1.880
Acide carbonique.....	0.40				»
Matière organique.....	»	8.981	6.00	0.10	5.800
Perte au feu.....	10.60			7.80	»
Soufre.....	0.09				»
Phosphore.....	0.02				»
Rendement en fer.....	56.50	55.748	59.29	59.40	62.440

OBSERVATIONS. — (1) Moyenne de 12 analyses faites par la Société J. Cokeril, de Seraing (Belgique) — (2) Analyse de Campanil riche, faite aux usines Krupp. — (3) Analyse de l'École des Mines de Madrid.

Il est facile, à la simple inspection de ces tableaux, de voir que les minerais de fer de la région du Canigou et, plus spécialement, ceux provenant des concessions des environs de Velmanya, dont la gare d'expédition est à Vinça, sur le chemin de fer de Perpignan à Prades, peuvent rivaliser comme richesse et pureté avec les minerais étrangers. Ces minerais, dont la qualité est suffisamment démontrée par les analyses suivantes, peuvent, grâce au nouveau tarif que nous possédons depuis peu, arriver aux usines Tamaris, Alais. Chasse-Givors, Saint-Étienne, Firminy, Balaruc, Le Creusot, Aubin, etc., à des prix défiant la concurrence, comme aussi être transportés aux usines du Nord de la France et de la Belgique par Anvers et Dunkerque, Port-Vendre n'étant éloigné des mines que de 80 kilomètres.

Nous nous résumerons en disant :

Que *la Production* de ces mines des Pyrénées-Orientates pourrait ne connaître désormais d'autre limite que les besoins de l'industrie française et qu'il serait facile de donner aux Usines métallurgiques de notre pays les 1,340,000 tonnes que la France est allée chercher l'année dernière à l'étranger.

Séance du 7 Juin 1893.

M. l'abbé **Langrand,** professeur à Valenciennes, est élu membre titulaire de la Société.

M. **Charles Barrois** présente à la Société une nouvelle étude géologique sur l'Ouest de la France, par M **P. Lebesconte** (1) qui sera lue avec intérêt par ceux que préoccupe le progrès de nos connaissances sur la constitution de la presqu'île Armoricaine.

---

(1) P. Lebesconte : Étude géologique sur l'Ouest de la France, Bull. Soc. Scientifique et Médicale de l'Ouest, 2e année, T. 2, 1893, Rennes.

L'exposé de M. Lebesconte est clair et facile à suivre : il décrit successivement les formations qui constituent le sol de son pays, en débutant par les plus anciennes et finissant par les alluvions actuelles. Il nous fait connaître la composition des diverses assises, leur faune, l'ordre de leur succession et leurs principales variations, en prenant pour types les assises de l'Ille-et-Vilaine, qui lui sont les mieux connues, et qu'il suit ensuite rapidement dans les autres parties de la Bretagne. C'est un premier essai de synthèse, car nul n'avait encore entrepris jusqu'ici de grouper d'une manière didactique, de réunir l'ensemble de nos connaissances sur la Bretagne ; nombre de savants seront heureux d'y trouver rassemblés des documents jusqu'ici épars dans des mémoires spéciaux.

Il suffira pour donner une idée de cette étude, de rappeler quelques-uns des faits dont la découverte est due à M. Lebesconte, mais dont il se garde bien, il est vrai, de citer l'auteur dans ce mémoire. L'assise des schistes de Rennes ou de Saint-Lô, qui a fourni à M. Lebesconte une faunule à affinités encore douteuses et obscures, se divise, d'après lui, en trois zones superposées. Elle présente, contrairement à l'opinion ancienne, des lits intercalés de poudingue et de calcaire dans l'Ille-et-Vilaine, que M. Lebesconte a su distinguer des poudingues pourprés et des calcaires de la Mayenne, plus récents, auxquels on les assimilait.

L'étage des schistes rouges a présenté les subdivisions suivantes :

Schistes rouges de Pont-Réau ;
Poudingues rouges de Montfort ;

peu comparables avec les séries plus complètes de la Sarthe et de la Normandie ; les différences importantes que présentent ces séries sont attribuées à ce qu'elles se déposèrent dans des bassins isolés, plus restreints que les précédents.

Ce que nous savons de la faune du grès armoricain est dû uniquement aux découvertes de M. Lebesconte ; seules, elles ont permis de fixer la place de cette assise dans la série ordovicienne.

La subdivision des *schistes ardoisiers,* reconnue d'abord par M. Lebesconte, est une des acquisitions récentes les mieux établies et les plus importantes de la géologie bretonne ; cette subdivision contient en effet les trois assises distinctes des *schistes ardoisiers inférieurs à Calymene Tristani,* des *grès de May à Homalonotus,* et des *schistes ardoisiers supérieurs à Trinucleus ornatus.* Pour compléter l'ordovicien de Bretagne, qui se trouve ainsi présenter un développement considérable ; il reste à signaler l'*assise du calcaire de Rosan,* correspondant peut-être à un faciès calcaire des *schistes ardoisiers supérieurs ?* et enfin l'assise du *grès à Conulaires* de May, qui couronnerait, d'après M. Kerforne, l'ordovicien breton et correspondrait pour nous aux grès de Redon, mais non pour M. Lebesconte.

Le silurien (faune 3e), dont les dépôts sont beaucoup plus limités que les précédents, présente quatre assises principales :

1. Phtanites de l'Anjou ;
2. Grès de Bourg-des-Comptes ;
3. Schistes ampéliteux de Poligné ;
4. Calcaire ampéliteux à *Cardiola interrupta.*

Les découvertes paléontologiques de M. Lebesconte ont montré qu'elles correspondaient aux étages de Llandovery, de Tarannon et de Wenlock.

La période dévonienne correspond à un régime nouveau, les dépôts de cette époque reposant en stratification transgressive sur les précédents. On doit à M. Lebesconte d'avoir bien nettement distingué le grès de Gahard, base du dévonien, des grès siluriens de l'âge de May, avec lesquels ils

ont été souvent confondus. Tandis que le dévonien inférieur, avec ses trois assises distinctes, présente un grand développement en Bretagne, les assises moyennes et supérieures de ce terrain sont très localisées et limitées à un petit nombre de gisements distincts. M. Lebesconte croit devoir rapporter ce fait à un mouvement lent et progressif d'émergement du massif armoricain, mouvement qui se serait produit suivant deux lignes qu'il trace sur sa carte et auxquelles il donne le nom de *sillons de Bretagne ;* entre ces deux lignes, les couches seraient ridées par une pression exercée du nord au sud, d'une façon graduelle et continue.

Le terrain *permo-carbonifère* débute par des schistes anthraciteux (assise de l'anthracite inférieure), au-dessus viennent les calcaires carbonifères marins de Sablé, puis de nouvelles couches anthraciteuses (assise de l'anthracite supérieures, recouvertes à leur tour par des calcaires marins; mais la composition et l'ordre de succession de ces assises parait très variable dans la région. C'est à M. Lebesconte qu'on doit la découverte du calcaire carbonifère de Qnenon, dans le grand synclinal d'Ille-et-Vilaine.

Les divers bassins houillers, plus récents que les couches carbonifères anthracifères précédentes et sans relations stratigraphiques avec elles, n'ont pas été étudiés spécialement ; l'étude des terrains tertiaires suit immédiatement celle des terrains primaires. L'auteur y résume les travaux de M. Vasseur, et y expose le résultat de ses recherches sur le miocène d'Ille-et-Vilaine.

Un tableau général résume les opinions de l'auteur sur la classification des assises tertiaires, quaternaires et modernes du massif breton. Nous signalerons particulièrement d'intéressantes observations sur des formations modernes, datant de l'époque gallo-romaine et du moyen-âge, d'après lesquelles les rivières de ces époques, notamment

celles de l'époque gallo-romaine, étaient incomparablement plus grandes et plus rapides que de nos jours, bien que le relief du sol fût le même qu'aujourd'hui.

M. Gosselet fait la communication suivante :

*Disposition de l'***Argile à Silex** *au four à chaux de Werchain,*

par M. **Gosselet.**

J'ai déjà entretenu plusieurs fois la Société de l'argile ou conglomérat à silex que l'on rencontre à la base de nos terrains tertiaires, partout où ils reposent sur de la craie riche en silex et en particulier sur la craie à *cornus* et à *Micraster breviporus.*

Je désire revenir encore une fois sur ce sujet, car les conditions dans lesquelles s'est formée cette couche, présentent toujours des difficultés d'interprétation et leur étude a d'autant plus d'intérêt qu'il y a grande analogie entre le gisement de l'argile à silex et celui des sables phosphatés.

Je crois qu'actuellement tous les géologues sont plus ou moins implicitement d'accord pour attribuer à l'eau pluviale la formation des poches creusées dans la craie, et dans lesquelles pénètre l'argile à silex.

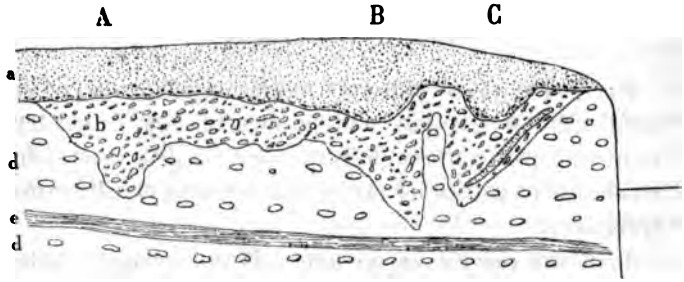
La question la plus controversée est la suivante : L'argile à silex s'est-elle formée sur place par simple dissolution du carbonate de chaux de la craie ? Les silex mis en liberté par la dissolution de la craie environnante n'ont-ils éprouvé qu'un mouvement de descente ?

Sans nier qu'il put en être ainsi dans certains cas, j'ai toujours admis que, la plupart du temps, les silex de l'argile à silex avaient été remaniés, transportés à petite distance, et accumulés dans les dépressions de la craie.

Je viens d'observer au four à chaux de Werchain, près de Valenciennes, une coupe favorable à cette hypothèse.

Dans l'étendue de la carrière sur 10^{m} environ de longueur, la craie à *Micraster breviporus* est creusée de trois poches, A, B, C qui ont 2^{m}, 3^{m} et 2^{m}50 de profondeur; entre

Coupe de l'argile à silex au four à chaux de Werchain.



a Sable cohérent (Landenien inf^{r}).
b Argile à silex.
d Craies à silex.
e Couche de marne légèrement verdâtre.

A et B, l'argile à silex a 1^{m} d'épaisseur. Les silex sont quelquefois entiers, mais ils sont presque toujours cassés, et la surface de cassure est cachalonnée. Il en est dont les fragments sont juxtaposés ; on peut supposer qu'ils ont été éclatés sur place. Mais on trouve en outre dans l'argile des fragments à angles vifs et même une quantité de petits éclats isolés et complètement cachalonnés; ils ne peuvent évidemment pas s'être formés *in situ*. Ils indiquent un remaniement et un transport, transport qui toutefois n'a pu être long, car les arêtes ne sont jamais arrondies, ni même émoussées.

En outre il est impossible d'admettre que là où il y a des poches, et par conséquent où l'épaisseur de l'argile est plus

considérable, les quelques silex qui se trouvaient dans la craie dissoute lors de la formation de la poche, puissent égaler la différence entre la masse de silex qui est dans la poche et celle qui est sur les parties non creusées.

Enfin dans l'une des poches, C, on voit une petite couche de sable cohérent, intercalée dans l'argile. C'est évidemment un dépôt stratifié et on ne peut pas supposer que l'argile à silex qui est au-dessus n'ait pas été remaniée. Cette petite couche sableuse a la même inclinaison que la paroi de la poche. Elle a dû y descendre en même temps que l'argile à silex.

Sur l'argile à silex on trouve du tuffeau argileux ou plutôt du sable argileux cohérent, appartenant à l'étage landenien. A sa base il y a quelques silex roulés et verdis bien différents des silex de l'argile à silex.

Généralement, dans presque toutes les poches que j'ai observées, le sable suit dans le centre de la poche l'inflexion de l'argile à silex. Il semble qu'il n'en soit pas de même à Werchain. La couche sableuse ondule à peine au-dessus des poches.

On devrait en conclure que la formation des poches de Werchain est antérieure au dépôt de sable, qu'elle s'est effectuée pendant la période continentale prétertiaire. L'argile à silex serait ainsi nettement séparée des terrains tertiaires.

J'hésite beaucoup à admettre ces conclusions qui sont basées sur des faits contradictoires, je le répète, à la plupart de ceux que j'ai observés. C'est pourquoi j'appelle l'attention des membres de la Société sur les poches d'argile à silex qu'ils pourraient observer dans les carrières de craie. Les environs de Werchain et le pays entre la Selle et l'Escaut sont particulièrement intéressants, parce qu'on y trouve le landenien inférieur sur l'argile à silex.

L'aspect des poches se modifie constamment avec les progrès de l'exploitation. Il est possible que la coupe actuelle de la carrière de Werchain entame seulement des parties de poche voisines de leur paroi et qu'au centre de ces cavités, le sable descende au milieu des silex. Il faudrait suivre l'exploitation pour s'en assurer.

Cours de **Géographie Physique** *du Nord de la France et de la Belgique, par M.* **Gosselet.**

III. La Flandre.

La Flandre est la grande région argileuse, située au S. de la Plaine maritime.

On lui donne généralement pour limites : à l'O., l'Aa de Watten à Arques et le canal de Neuf-Fossé; au S., la Lys d'Aire à Menin, puis la frontière française et celle de la province du Hainaut jusqu'à l'Escaut. Ce fleuve formerait la limite orientale de la Flandre et la séparerait du Brabant.

Cependant, au point de vue physique, on doit joindre à la Flandre la colline située entre le canal de Neuf-Fossé et la Melde, ainsi que celle de la forêt d'Eperlecques et les environs d'Audruick. On peut en séparer, en les conservant simplement comme annexes, le pays de Waes en Belgique et le pays entre Lys et Escaut. Ainsi réduite la région naturelle, qui fait l'objet de ce chapitre, aura pour limites au S. la Lys jusqu'à Gand et au N.-E. le canal de Gand à Bruges.

Encore doit-on en retrancher, en France, la plaine de la Lys, entre Aire et Armentières. Quand on va en chemin de fer de Lille à Hazebrouck, on voit sur la rive droite surtout aux environs de Bailleul, une légère terrasse sur-

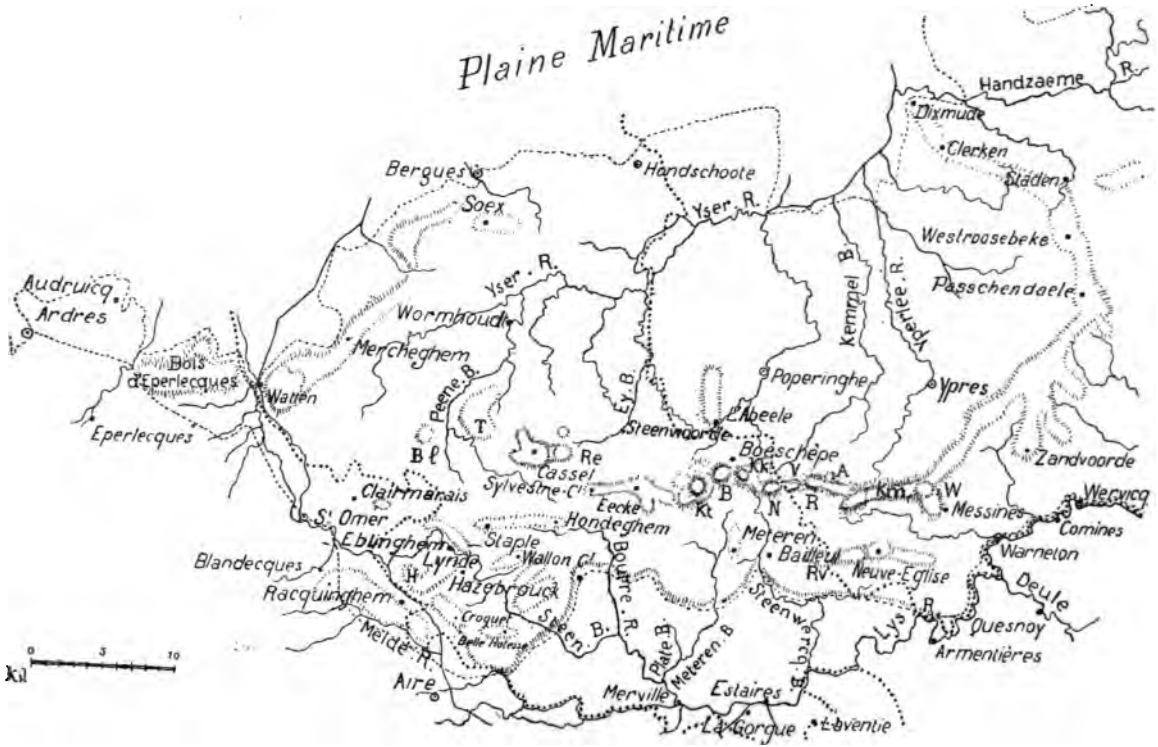
montant de quelques mètres la plaine où circule la voie. C'est le bord de cette terrasse, à l'altitude de 20^{m}, que l'on peut prendre comme limite physique de la Flandre. On la suit depuis les environs d'Aire à l'O. jusqu'à l'E. de Bailleul. Près d'Armentières, elle s'abaisse presqu'au niveau de la plaine de la Lys, mais on reconnaît ses traces à la présence de quelques affleurements d'une argile glaiseuse toute spéciale.

La Flandre doit son principal caractère physique à la nature argileuse de son sol. L'argile des Flandres, de couleur bleue, grise ou jaune, tantôt plastique (1), tantôt sableuse, est une puissante assise qui dépasse 100 mètres d'épaisseur à Bailleul. Au point de vue de la géologie systématique, cette argile se divise en trois zones superposées qui sont à partir de la base : l'argile d'Orchies, l'argile de Roubaix et l'argile de Roncq. Sur les bords de la Flandre, à l'E. comme à l'O., les deux zones supérieures se transforment, partiellement du moins, en sable. Néanmoins le sol reste humide parce que l'on trouve toujours dans ce sable, à une faible profondeur, quelque couche d'argile qui retient l'eau.

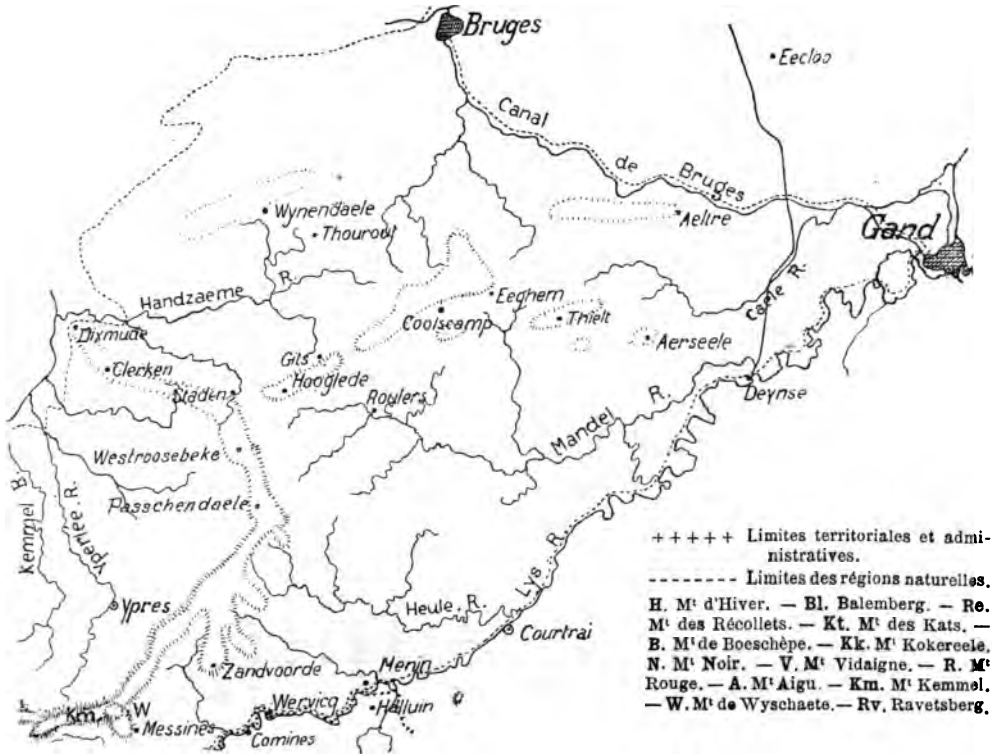
Un second caractère du sol de la Flandre consiste en l'absence presque complète de ce fertile manteau de limon quaternaire, qui couvre tout le reste du nord de la France et qui en constitue la richesse agricole. En Flandre, la partie superficielle du sol est formée par un limon spécial dû à l'altération des couches argilo-sableuses sous-jacentes. Sa faible perméabilité y maintient une humidité favorable au développement des prairies. Néanmoins les céréales tiennent un grand rôle dans la culture de la Flandre ; on peut estimer que les prairies naturelles n'y occupent qu'un

(1) L'argile plastique est désignée dans le pays sous le nom de *Glaise* ou de *Klytte*.

Pays de Flandre : partie occidentale.



Pays de Flandre : partie orientale



tiers de la surface du terroir. Les bois y sont rares. A l'exception de quelques bosquets sans importance, on n'y trouve que la forêt de Clairmarais, en France, et celle d'Houthulst, près de Dixmude, en Belgique.

Dans les parties de la région, où le sable s'est substitué à l'argile, le sol est beaucoup moins riche et l'agriculture n'y prospère que grâce au travail opiniâtre des habitants. C'est ce qui arrive dans une grande partie de la Flandre belge.

Dans le voisinage des collines sableuses qui surmontent la plaine argileuse, il s'est formé un limon sableux qui doit à son support imperméable de conserver facilement l'humidité. On l'utilise près de Boeschèpe, de Bailleul et de Poperinghe pour la culture du houblon.

Enfin, à mesure que l'on approche de la vallée de la Lys, on voit se développer un limon argilo-sableux, stratifié, semblable à celui que l'on trouve au S. de la même vallée.

Ces divers limons fournissent une brique qui n'est peut-être pas de première qualité, mais qui, faute d'autres matériaux, sert à toutes les constructions. C'est à peine si pour quelques villas ou pour quelques maisons d'Ecole on a employé la pierre de Creil en France ou celle de Soignies en Belgique. Les anciens édifices, qui ne sont pas en briques, sont les uns en craie, les autres en grès.

L'argile plastique (*Glaise, Klytte*), qui forme des bancs épais dans l'assise de l'argile des Flandres, est employée pour la fabrication des tuiles et des pannes; aussi les couvertures en ardoises sont-elles encore rares dans le pays.

La couche d'argile des Flandres participe à l'inclinaison générale du pays vers le N.-N.-E; mais son inclinaison est plus forte que celle de la surface. Sa partie supérieure, qui est près de Cassel à 100^{m} d'altitude, descend à Gand, au niveaude l'Escaut, par conséquent, à l'altitude 5^{m}. La surface

de la plaine se trouve alors constituée par des sables qui, dans l'Ouest et le Sud, s'élèvent sous forme de collines au-dessus de l'argile.

Sous l'argile des Flandres, il y a également une assise de sable qui est à plus de 100^{m} de profondeur à Bailleul, mais qui se relève rapidement vers le Sud, de manière à apparaître à la surface dans le pays de Weppe. Elle fournit une nappe aquifère profonde, où vont puiser quelques forages.

La Flandre ne manque pas de pittoresque ; elle est loin d'être une plaine unie, comme le sont, par exemple, le Cambrésis et l'Artois, comme on pourrait le croire, lorsqu'on se borne à suivre la ligne de chemin de fer qui unit Calais et Dunkerque à Lille. Elle est ondulée, creusée en certains points de ravins aux pentes presqu'abruptes ; elle présente même de nombreuses collines, dont quelques-unes doivent à leur isolement d'offrir un panorama étendu. Elle est certainement après l'Ardenne la région la plus pittoresque du nord de la France

Les collines flamandes peuvent se diviser en deux groupes : Les collines basses inférieures à 80^{m} d'altitude et les collines élevées qui peuvent atteindre plus de 150 mètres.

Dans le département du Nord, les premières sont uniquement argileuses, tandis que les secondes sont couronnées par des sables. Mais en Belgique, par suite de l'inclinaison générale des couches vers le N.-E., les collines basses sont également sableuses.

Toutes ces collines, hautes ou basses, ont été produites par ravinement ; ce ne sont à proprement parler que les parties conservées de l'ancienne plaine. Celle-ci se relevait à l'O. en s'appuyant sur le plateau crayeux de l'Artois ; c'est de ce côté que les collines flamandes sont le plus élevées d'une manière absolue ; elles y paraissent également plus

escarpées, parce que les ravins y sont plus profonds, leur altitude étant réglée partout par le niveau de la plaine maritime ou de la vallée de l'Aa.

La forme des vallons de la Flandre, à leur point de naissance, est elle-même très caractéristique. Au lieu de cette double pente, douce et régulière vers un thalweg en gouttière, comme c'est le cas dans les pays de limon, où la pluie pénètre facilement dans le sol, les petits vallons de la Flandre commencent par un cirque aux pentes abruptes, buriné, élargi et reculé d'une manière insensible, mais constante, par les eaux qui ruissellent sur l'argile.

Si on jette les yeux sur une carte de Flandre, on voit que les collines élevées et beaucoup de collines basses sont alignées dans la direction de l'E. à l'O. Elles ont dû être formées par un courant ayant, soit cette même direction, soit la direction opposée de l'O. vers l'E.

Cette dernière hypothèse est la plus probable. A la fin de la période tertiaire, la Flandre était couverte par une mer, la mer distienne, dont les dépôts sont aujourd'hui à 150^{m} d'altitude à Cassel, au niveau de la mer à Anvers et à 368^{m} de profondeur à Utrecht. Cependant leur nature sableuse et les fossiles qu'ils renferment prouvent qu'ils se sont formés sous une faible couche d'eau et à peu près à la même profondeur. Leur dénivellation actuelle ne peut donc s'expliquer que par un exhaussement de la partie occidentale du bassin. Comme ils existent aux Noires-Mottes, au sommet du Blanc-Nez, ainsi que sur les sommets des Downs du Kent, il faut admettre qu'il y eut au commencement de l'époque pléistocène des mouvements de bascule qui soulevaient les collines du Pas-de-Calais et leurs prolongements anglais et qui abaissaient au contraire la région des Pays-Bas. Ces mouvements ont déterminé des courants de l'O. vers l'E. qui ont esquissé les collines

de la Flandre et qui ont imprimé leur direction aux principales vallées.

D'autres mouvements se produisirent plus tard par le relèvement du Sud du pays et par l'affaissement du littoral actuel. Ils déterminèrent des courants vers le Nord, presque perpendiculaires aux précédents. On en a la preuve dans la direction S.-N. de plusieurs collines basses, et de beaucoup de petites rivières.

Les hautes collines de Flandre constituent une ligne qui s'étend de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. entre l'Yser et la Lys.

Elles sont caractérisées, outre leur altitude, par la présence de couches épaisses de sable, dont l'érosion et l'éboulement ont donné à la montagne une silhouette relativement élancée.

On peut diviser ces collines hautes en deux groupes : celui de Cassel et celui de Bailleul.

Les collines de Cassel sont au nombre de deux : le Mont-Cassel (157^{m}) et le Mont des Récollets (141^{m}). Elles sont reliées entre elles par un col étroit à l'altitude de 92^{m}. C'est à peu près à ce niveau que commencent les sables. Ils se divisent en deux parties, les 41 mètres inférieurs appartiennent au terrain éocène (suessonien et parisien) et les 26 mètres supérieurs au terrain néogène (diestien).

A la partie supérieure du terrain éocène, il y a une couche d'argile épaisse de 4 à 5 mètres ; nous la nommons *argile de la gendarmerie*. Elle forme vers le sommet de la colline une nappe aquifère qui alimente quelques sources et les puits de la ville C'est à cette circonstance que la colline de Cassel doit d'avoir été habitée, tandis que les autres collines de Flandre, qui ne possèdent pas l'argile de la gendarmerie, sont boisées ou incultes.

La base argileuse des collines de Cassel s'étale sur un large espace ; elle est ravinée d'un grand nombre de petits

vallons d'où s'échappent des sources et des Becques. Aussi les pentes du Mont-Cassel séduisent par leur fraîcheur les touristes, qu'attire le panorama dont on jouit du haut de la montagne.

Les collines des environs de Bailleul sont au nombre de quatre sur le territoire français : le Mont des Cats, le Mont de Boeschepe, le Mont Kokereele et le Mont Noir; trois autres sont situées sur le territoire belge : le Mont Vidaigne, le Mont Rouge, le Mont Kemmel.

Ces collines sont formées par les mêmes couches que celles de Cassel, mais l'argile de la gendarmerie y fait défaut. Cette circonstance a influé beaucoup sur leur aspect.

D'une part, l'absence de source a empêché la population de s'y développer ; d'un autre côté, les sables éocènes, n'étant pas préservés par la couche d'argile, qui à Cassel s'étend sur eux comme un vaste parapluie, sont facilement entraînés par le ruissellement des eaux pluviales, de sorte que les flancs de ces collines sont plus escarpés que ceux des collines de Cassel.

En outre, la partie des eaux pluviales qui pénétraient à travers toute l'épaisseur des sables a dissout les fossiles et les bancs calcaires si abondants à Cassel, il en résulte que dans les collines de Bailleul, on ne voit que des sables altérés dont le niveau géologique est difficile à déterminer. On peut cependant s'assurer que partout les sables éocènes sont surmontés par les sables néogènes avec leurs grès ferrugineux et leurs poudingues.

Le Mont des Cats (158^{m}), le Mont de Boeschepe (137^{m}), quoique très voisins sont séparés par deux profonds ravins. Ils sont unis à l'altitude de 112^{m} par un col à peine assez large pour laisser passer la route.

Leurs faîtes de sable rouge, presqu'entièrement dénudés et entamés par des carrières, donnent au loin, lors qu'ils

sont éclairés par les rayons du soleil couchant une vague apparence d'un paysage de l'Orient. Les basses constructions du couvent des trappistes ajoutent encore à l'illusion. Mais leurs pentes couvertes de bois, de haies, de fermes, rappellent bien vite que ce ne sont que des ilots de sable au milieu d'une plaine de verdure. Déjà les trappistes ont couvert le sommet du Mont des Cats de prairies; au Mont de Boeschepe des clôtures viennent d'être établies et les derniers terrains vagues de la Flandre vont disparaître.

Le mont Kokereel (120^{m}) n'a qu'une faible étendue; il est relié au mont de Boeschepe par un col que franchit la route de Bailleul à Poperinghe à l'altitude de 99^{m}. A l'E. du mont Kokereel, la colline se bifurque. Son prolongement vers le N. N.-E., passe par le Coin de Renard et se termine à l'ancien moulin Fraudé sur la limite de France et de Belgique. L'autre branche est le col qui réunit le mont Kokereel au mont Noir, son point le plus bas est au Raven pris à 74^{m}.

Le mont Noir (135^{m}) est peut-être la plus pittoresque des collines de Flandre Le plateau en est étroit; les pentes escarpées et couvertes de bois. Il n'offre pas l'aridité des monts des Cats et de Boeschepe. Les eaux pluviales qui filtrent facilement à travers cette masse de sable, garantie contre l'évaporation par sa couverture feuillue, vont alimenter au pied du mont les sources captées par la ville de Bailleul.

Le mont Vidaigne (135^{m}) est contigu au mont Noir; il en est séparé par une légère dépression que traverse la route de Bailleul à Poperinghe à l'altitude de 112^{m}.

Le mont Rouge (140^{m}) qui touche également au mont Vidaigne doit un aspect austère à son bois de sapin. Il se prolonge vers le N -E. par une petite colline qui se relève à 125^{m} à son extrémité, au moulin de Scherpenberg.

A 4 kilomètres à l'E. du Mont Rouge, relié à lui par un petit plateau dont l'altitude ne descend pas au-dessous de 70^{m}, s'élève le mont Kemmel (136^{m}). De son sommet on jouit d'un panorama admirable sur toute la plaine des Flandres et sur la chaîne des collines jusqu'à Cassel.

Du mont Kemmel part vers l'E. une colline qui se maintient à l'altitude de 65 à 75^{m} sur une distance de 5 kilomètres jusqu'à une petite butte de 84^{m} qui porte le village de Wytschaete.

Parmi les collines basses, la plus importante est celle qui borde la plaine maritime, depuis Watten jusqu'à Pitgam, près de Bergues. Son altitude maximum est à l'O., au mont de Watten, (72^{m}). Elle y forme un petit massif boisé, entrecoupé de profonds ravins. Au point le plus élevé, sous les murs du vieux château, il y a quelques mètres de sables analogues à ceux de Cassel.

Après s'être abaissée à 36^{m} près de Milham, la colline de bordure remonte sous forme d'une crête assez étroite, jusqu'à 52^{m} au moulin de Merckeghem, où elle présente une falaise presque abrupte vers la plaine maritime.

A Merckeghem, commence entre la plaine maritime et la colline, une large terrasse (terrasse de Drincham), de 12 à 17^{m} d'altitude. Tandis que la limite de la terrasse et de la plaine se dirige vers Pitgam, par Looberghe, en décrivant une courbe convexe vers l'O., la colline de bordure passe au N de Bollezeele (46^{m}), de Zeggers-Cappel (44^{m}), au moulin de Lille (43^{m}), à celui de Heyde et à l'E. de Pitgam (51^{m}). La pente vers la terrasse est toujours relativement escarpée, tandis qu'elle est très douce et insensible vers la plaine flamande. Entre Heyde-Meulen et Pitgam, l'escarpement est interrompu par la vallée de la Becque de Sprey, en même temps le bord de la terrasse de Drincham s'élève contre l'escarpement ; en outre, de Heyde-Meulen

part une légère crête qui se dirige vers la plaine de Flandre jusqu'au delà de Bissezeele. Ces circonstances ont caché aux auteurs de la carte d'État-major, le véritable relief de la chaîne de Watten. Au N.-E. de Pitgam, la colline se dirige vers l'E., baissant de plus en plus jusque près de Bergues, où elle se soude à la plaine maritime.

La chaîne de Watten est caractérisée, outre son relief, par la présence, à la surface du sol, de cailloux de silex très usés qui indiquent le littoral d'un ancien bassin fluvial. Ils sont très abondants près de Watten, où ils sont exploités. Leur importance diminue vers l'E , mais on les retrouve encore à Pitgam.

Le mont de Watten est sur le bord oriental du défilé que traverse l'Aa pour passer de la Flandre dans la plaine maritime. Le côté occidental du défilé est formé par la colline qui porte la forêt d'Eperlecques ; son altitude, de 69 m. près d'Ardres, atteint 95 m. vers l'O. lorsqu'elle s'approche du Boulonnais. Bien qu'on la considère généralement comme un contrefort du Boulonnais, elle appartient par sa structure à la Flandre. Elle est, en effet, entièrement argileuse et couverte de cailloux comme les environs de Watten. Il en est de même de la petite colline argileuse qui est au S. et qui porte une partie du village d'Eperlecques. Quand on suit vers l'Ouest le chemin établi sur la crête de la colline, on rencontre tout-à-coup à un détour de la route les sablières de Ballinghem. Immédiatement la physionomie du pays se modifie, les arbres cessent, les maisons se font rares, la plaine crayeuse se développe à perte de vue, on est à la limite de la Flandre.

C'est aussi à la Flandre qu'il faut rapporter la colline très déprimée comprenant les territoires d'Audruick, de Nortkerque, de Zûtkerque ainsi que celles de Bois d'Ardres. Ce sont des portions de l'ancienne plaine de Flandre qui

ont résisté, au pied des collines du Boulonnais, au grand ravinement qui a créé la plaine maritime.

La ville de Bergues doit son nom à ce qu'elle est sur une légère élévation isolée au bord de la plaine maritime.

Entre Bergues et la frontière belge, la route nationale n° 40, qui sort de la ville presque au niveau de la plaine, remonte à l'altitude de 17 à 19^{m} et s'y maintient jusqu'au delà de Rexpoede et d'Oost-Cappel. Au N. le sol descend assez rapidement vers la plaine maritime, tandis qu'au S., la plaine de Flandre s'élève lentement, ondulée par les faibles dépressions qu'y ont creusées l'Yser et ses affluents.

Au S. de Bergues, séparé de la ville par un prolongement de la plaine maritime, le village de Soex est à l'altitude de 30^{m}, dépassant de quelques mètres à peine le niveau de la plaine flamande ; néanmoins, quand on traverse en chemin de fer la vallée de la Keerd-Becque, on croit voir la tour de Soex sur une hauteur.

A l'O. de la Flandre, entre la Melde et le ruisseau de Neuf-Fossé, se trouve la colline argileuse de Racquinghem, dont le sommet couvert de bruyères a pour sol une épaisse couche de cailloux roulés, analogues à ceux du camp d'Helfault. Son altitude, au moulin des Hulottes, est de 70^{m} ; mais la route de Thérouanne au N.-O. est plus élevée de 2 à 3^{m}. Elle se relie au N. aux hauteurs de Blandecques et s'abaisse progressivement vers le S -E. Au moulin Duptil, elle n'a plus que 66^{m} et 50^{m} à Wittes.

Sur la rive droite de la vallée de Neuf-Fossé, il y a une suite de petites collines argileuses, séparées par des vallons plus ou moins larges. Le Mont-d'Hiver à l'E. de Pont-Asquin a son sommet (83^{m}) près de la rue de Morbecque ; il se prolonge au N -E. jusque près d'Ebblinghem. La colline du Croquet, séparée de la précédente par un vallon, s'étend jusqu'au N. de Blaringhem. Son sommet (93^{m}) est au-dessus

de la Ferme de l'Hôpital. Ces collines présentent une pente assez forte vers l'O., c'est-à-dire vers la vallée de Neuf-Fossé; mais vers l'E. elles descendent doucement vers le plateau de Lynde (60^{m}), qui baisse aussi progressivement vers le centre de la Flandre.

Quand on approche de la plaine de la Lys, on voit apparaître de nouvelles collines dans le prolongement des précédentes. Ce sont d'abord celles de Moulin-Fontaine (75^{m}) et de la Belle-Hôtesse (69^{m}) séparées de la vallée de Neuf-Fossé par une terrasse à l'altitude de 30^{m}. Puis plus près d'Hazebrouck les collines du Bois des Huit Rues (65^{m}) et du moulin de Morbecque (66^{m}) qui sont dirigées approximativement du S. au N.

En face du Mont-d'Hiver, séparé par la dépression où passe la ligne du chemin de fer de Lille à Calais, s'élève le mont d'Ebblinghem (75^{m}), qui s'étend du nord de ce village jusqu'au Nieppe. Il est entièrement formé d'argile, mais son sommet fourmille de galets et de grès ferrugineux qui prouvent qu'il a été couvert par le diestien. La pente assez escarpée vers le S. l'est moins vers le N. Du Nieppe la vue s'étend au N.-E. jusqu'à Cassel, au N.-O. jusqu'à la chaîne de Watten. A l'O. on domine la forêt de Clairmarais, bois humide presque plat, où il y a cependant une petite colline de 68^{m} d'altitude.

La petite colline isolée du Balemberg (72 m. d'altitude) n'a que 700 m. dans sa plus grande longueur ; ses dimensions réduites et son éloignement des stations de chemin de fer sont cause de son peu de renommée. On y jouit cependant d'un panorama remarquable. A l'E. se projette la silhouette des collines flamandes, tandis que vers l'O. la vue porte jusqu'aux collines de l'Artois; au S. elle est limitée par les hauteurs d'Ebblinghem.

Au pied N.-O. du mont de Cassel se courbe, comme une portion d'amphithéâtre autour du mont, une petite chaîne argileuse jalonnée par les moulins de Tom (63^{m}), de Brande staeke (59^{m}) et de Klytte (47^{m}); son point le plus élevé (65^{m}) est sur le chemin de Cassel à Arnecke.

On doit encore mentionner au S. de Cassel, les collines beaucoup plus basses de Wallon-Cappel (53^{m}) de Staple (56^{m}), qui ne sont que les points les plus élevés de la plaine, mais d'où l'on jouit d'une belle vue sur les larges dépressions environnantes.

La colline d'Eecke atteint son sommet (66^{m}), à l'église même de ce village; elle s'étend de l'O. à l'E. depuis l'Hazewinde à St-Sylvestre-Cappel jusqu'à Zandberg (75^{m}), où elle se relie au prolongement du massif du Mont des Cats. Dans toute sa partie orientale, elle est couronnée par quelques mètres de sable fin, le reste est argileux.

A l'O. de Poperingue s'étend du S. au N., une petite colline argileuse que l'on pourrait aussi considérer comme un rameau du massif du Mont des Cats. Son altitude maximum est de 62 mètres au N. de l'Abeele.

Outre les collines hautes dont il a été question, les environs de Bailleul présentent quelques collines basses. A l'O. la colline de Meteren (62^{m}) dirigée du S. au N. se relie presque au massif du Mont des Cats; à l'E. la colline du Ravetsberg (77^{m}) est le premier sommet d'une ride qui se prolonge de l'O. à l'E. jusqu'en Belgique et qui porte le village de Neuve-Église.

A Dixmude commence une colline qui se dirige vers le S., séparant le bassin hydrographique de l'Yser de celui de la Lys. Déjà, Dixmude est un petit cap formant un escarpement de 4^{m} sur la plaine de Polders. Si l'on suit la route de Clerken, on gravit insensiblement le plateau de l'argile des Flandres; à Clerken, on rencontre quelques buttes de sable

fin (sable de Mons-en-Pévèle), alignées du N.-O. au S.-E. Les plus méridionales à l'altitude de 40 et 43^{m} portent des moulins. Du haut de ces buttes, on embrasse un vaste espace. A l'O. se profile au loin la silhouette des collines de Flandre (Cassel, mont des Cats, etc.) ; au N. comme à l'E., la plaine se déroule aussi loin que la vue peut porter, toutefois au S. l'horizon est borné par d'autres collines qui s'élèvent près de Staden et de Westroosebeke. Le moulin de Terreest, quoique plus bas, offre également un panorama remarquable. A Staden commence une crête continue supérieure à 30^{m} et dont les points les plus élevés dépassent 40^{m}.

Au milieu de la plaine, qui s'étend jusqu'à la mer, ces premières hauteurs attirent les orages, aussi toutes les maisons et même les granges sont armées de paratonnerres.

A partir de Westroosebeke les sommets atteignent 50^{m} ; mais les pentes deviennent plus douces et comme la plaine tend à s'élever, la colline paraît présenter moins de saillie.

A Paschendaele, la crête possède d'une manière continue une altitude supérieure à 50^{m} ; elle s'élargit un peu et dirige vers l'O. plusieurs prolongements qui en sont plus ou moins nettement séparés. En même temps, sa composition se modifie un peu. Le sable fin des collines précédentes est surmonté d'un sable plus grossier (glauconie du mont Panisel) et la surface du sol est couverte d'un amas de petits galets. Des bouquets de pins annoncent au loin la nature sableuse du terrain ; en certains points, on se croirait en Campine.

A l'O. d'Ypres, la crête prend une altitude de 64^{m}, pour retomber bientôt de quelques mètres ; mais elle se prolonge, toujours à l'altitude de 55 à 60^{m} jusqu'à Wytschaete, où elle se soude à l'extrémité orientale de la chaîne des collines de Bailleul, formant ainsi un immense amphithéâtre au centre duquel est la ville d'Ypres.

A l'E. de la ceinture yprésienne, on trouve les collines de Thourouth, d'Hooglede, de Thielt, etc.

Un peu au N. de Thourouth, s'élève la large colline ou plutôt le plateau de Wynendaele dont l'altitude maximum atteint 51^{m}, dépassant par conséquent de plus de 30^{m} le niveau de la plaine de Thourouth.

Son sol sablonneux (sable du Mont-Panisel), porte de nombreux bouquets de pins qui font penser à la Campine. Ce sable est entremêlé de couches d'argile qui maintiennent l'eau à une faible profondeur et déterminent des marécages dans les parties basses.

Au N. la colline descend lentement vers la plaine ; la dénivellation est plus prononcée au S. sur une hauteur de 10^{m}, de sorte que sur le bord du plateau, au moulin de Winendaele par exemple, on peut dominer la végétation et apercevoir au loin vers le sud, le clocher d'Hooglede.

Le plateau s'étend vers l'E. en s'abaissant lentement et se prolonge sous forme de collines déprimées ou de simples ondulations entre Gand et Bruges.

Vers l'O. il sépare la plaine maritime de la rivière d'Handzaeme affluent de l'Yser, et à l'E. il forme la limite entre les eaux qui se rendent à la Lys et celles qui coulent vers Bruges.

La colline d'Hooglede entre Thourouth et Roulers a son point le plus élevé (50^{m}) au village même d'Hooglede. De l'église d'Hooglede on aperçoit au nord le plateau de Thourouth et à l'O. la petite chaîne de collines des environs d'Ypres. Les clochers d'Hooglede et de Westroosebeck distants de 8 kilomètres sont dans l'axe de la route qui unit les deux villages, et entre les deux, dans l'axe également de la route, on voit le moulin de Vergelderhock agiter ses longs bras.

La colline d'Hooglede se prolonge vers l'E. en baissant

de quelques mètres jusqu'au Gitsberg près de la station de Gits, sur une longueur de 4 kilomètres et sur une largeur de 500^{m}.

La station de Gits est située sur un col de 32^{m} d'altitude, qui sépare la colline d'Hooglede de la colline beaucoup plus large de Coolscamp. Celle-ci est un petit plateau de 45 à 50^{m} d'altitude dirigé également de l'O. à l'E. et envoyant quelques prolongements vers le N. ; sa longueur, de la station de Gits à Eeghem, est de 9 kilomètres.

La colline de Thielt au sommet de laquelle se trouve la ville, se relie au plateau de Coolscamp par une élévation continue d'une altitude de 36 à 40^{m}. Elle atteint sa plus grande altitude (48^{m}) au S. de la ville ; elle s'abaisse lentement et progressivement de l'E. vers l'O. de sorte que sa longueur est difficile à déterminer ; on peut l'évaluer à 8 kilomètres.

Les deux petites collines plus basses d'Arseele et de Poelberg en sont les prolongements vers le S., tandis que celles de Pitthem (36^{m}) et d'Ardoye (40^{m}) en seraient les prolongements vers N.-O.

Ces trois collines, Hooglede, Coolscamp, Thielt sont orientées de l'O. à l'E. à peu près sur une même ligne. Elles sont formées de sables (sables de Mons-en-Pévèle et du Mont-Panisel) avec couches d'argile intercalées. Les pentes, couvertes de limon sableux, sont plus fortes vers le S. que vers le N. Leurs sommets participent à l'inclinaison générale du sol, du S.-E au N.-O.

Les seules rivières de Flandre un peu importantes sont l'Aa et l'Yser.

L'Aa sépare la Flandre de l'Artois entre Saint-Omer et Watten, où elle pénètre dans la plaine maritime. Sur ce trajet, elle traverse de larges marais qui ont été presque tous desséchés et mis en culture ; les uns sont transformés en prairies, d'autres portent des céréales, la plupart sont

consacrés à la culture maraichère, Le faubourg de Lysel à Saint-Omer, où chaque propriété est limitée par de larges fossés qui servent à la circulation des barques, est une petite Venise rurale. Il n'y a pas de chemins; tous les transports se font par eau, même ceux des charrues et des chevaux.

Au commencement de ce siècle, il existait encore près de Clairmarais d'importants marais couverts d'eau, où l'on voyait des îles tourbeuses flottantes, qui étaient une des merveilles de la Flandre. Un abordage à ces îles faisait partie du spectacle officiel que l'on offrait aux souverains qui visitaient le pays. Elles ont été peu à peu détruites ou se sont fixées à mesure que l'on desséchait le marais.

Déjà en amont de Saint-Omer, l'Aa se divise en deux bras dont l'un va à la ville en suivant le cours du canal, tandis que l'autre, sous le nom de Basse-Meldique, traverse le Clairmarais. En aval de Saint-Omer, il y a aussi deux bras de l'Aa; celui de droite, régularisé par le canal, passe au pied de Saint-Momelin, tandis que celui de gauche, sous le nom de Grand-Largue, suit les coteaux de l'Artois, et reçoit les ruisseaux qui en descendent.

A Watten, l'Aa pénètre dans la plaine maritime par un défilé entre le Mont de Watten et la forêt d'Eperlecques. Cette ouverture était moins profonde à l'époque Gallo-Romaine, car lorsque la mer envahit la plaine maritime au IVe siècle de l'ère chrétienne, elle ne dépassa pas Watten.

L'opinion que la mer a pu s'avancer jusqu'à Saint-Omer est une invention des anciens historiens que les géographes modernes ont répétée sans la vérifier. Il n'y a rien de marin dans toute la vallée de l'Aa, entre Saint-Omer et Watten.

En creusant dans le fond de la vallée, on rencontre une épaisse couche de tourbe qui est probablement du même âge que la tourbe du littoral.

Au-dessus on voit en certains points un gravier formé de grains de calcaire concrétionné, que l'on connaît dans le pays sous le nom impropre de *fond de mer*. C'est un dépôt produit dans une rivière dont le cours était plus rapide que celui de l'Aa actuelle et dont les eaux étaient chargées de carbonate de chaux, qu'elles déposaient par évaporation. Il indique une époque, où les conditions climatériques étaient différentes de ce qu'elles sont maintenant. Sur le fond de mer ou sur la tourbe, quand le fond de mer n'existe pas, le sol est formé par 1 à 2^{m} de limon rouge ou noirâtre, rempli de coquilles fluviatiles. C'est un dépôt récent du marais de l'Aa.

Le canal de l'Aa se continue au S. par le canal de Neuf-Fossé dans la dépression que suivait la Longue-Becque avant son confluent à la Melde, entre la colline du Mont-d'Hiver et celle de Racquinghem. Cette vallée a sa pente vers le S.; elle est séparée de la vallée de l'Aa par un seuil que la navigation franchit à l'aide de l'ascenseur des Fontinettes

L'Aa ne reçoit pas d'affluents en aval de Saint-Omer. Toutes les eaux courantes de la Flandre vont à l'Yser ou à la Lys, à part quelques ruisseaux qui se rendent directement dans la Plaine maritime.

La ligne de séparation des deux bassins hydrographiques de l'Yser et de la Lys est formée par les collines basses de Stapple et d'Hondegem, par le mont Noir, puis en Belgique, par la ceinture ypresienne jusque près de Staden. Plus loin à l'E., la chaîne de Hooglede et de Coolscamp sépare le bassin de la Lys, aussi bien du bassin hydrographique du Handzaeme, affluent de l'Yser, que de celui des petits ruisseaux qui allaient rejoindre la plaine maritime au N. de Bruges, avant qu'ils n'aient été collectés par le canal qui joint cette ville à Gand.

Le bassin de l'Yser doit à la nature argileuse et imperméable de son sol d'être sillonné par un grand nombre de petits ruisseaux, désignés dans le pays sous le nom de *Becques*.

Les principaux sont : la Perne-Becque qui prend naissance au pied de la colline de Cassel et va joindre l'Yser au-delà de Wormhoudt ; la Ey-Becque qui naît au S. de Steenworde et fait longtemps la limite entre la France et la Belgique ; la Vleter-Becque qui descend du Mont-des-Cats et qui, sous le nom de Canal de Poperinghe, va joindre l'Yser à son entrée dans l'estuaire de Dixmude. Les autres affluents principaux de l'estuaire sont la Kemmel-Becque qui descend du Mont-des-Cats, l'Yperlée qui passe à Ypres et l'Handzaeme.

La vallée de l'Yser et celles des diverses Becques sont étroites et peu profondes, surtout en France ; leur thalweg, formé de limon, est marécageux, rarement tourbeux.

La Lys, dont il sera question ultérieurement, ne reçoit sur sa rive gauche qu'un petit nombre d'affluents peu importants. En France, la Steen-Becque, la Bourre, la Meteren-Becque et la Steenwerck-Becque ; en Belgique, outre quelques Becques insignifiantes, la Heule et la Mandel. Ce dernier affluent, plus considérable que les autres, se jette dans la Lys par trois bouches différentes, formant un delta qui n'est en réalité qu'un grand élargissement de la vallée de la Lys.

Le Pays de Flandre qui vient d'être décrit est la Flandre flamingante. Dans les campagnes on ne parle que le Flamand. Il y a une trentaine d'années, on arrivait à peine à se faire comprendre en français, même dans la partie française.

Les habitants n'ont pas la large carrure et la figure joufflue des Flamands de la Plaine maritime que l'École de

Téniers a immortalisés. Leur type doit être plutôt cherché dans ces nombreux belges qui, chaque année, se répandent pendant l'été dans le nord de la France pour faire la moisson.

Cette population est presque entièrement adonnée à l'agriculture. Il y a peu de grandes exploitations. Le pays est couvert de fermes disséminées sur tout le territoire, ombragées de grands peupliers et entourées d'une ou deux pâtures. C'est dans ces fermes et dans celles de la plaine maritime que l'on trouve les types de la race bovine flamande. Toutefois, dans le Sud de la Flandre française et en Belgique, elle est rarement pure. Les troupeaux de moutons sont peu nombreux, ce qui s'explique par l'extrême division de la propriété.

Après les céréales, les plantes industrielles jouent un grand rôle dans la culture ; le lin et le tabac entrent pour beaucoup dans les assolements en Belgique.

L'industrie est relativement peu développée en Flandre. Elle est concentrée dans quelques villes : Courtrai, Roulers, etc. Cependant, à la campagne, on entend quelquefois s'agiter les fuseaux des dentellières ou battre le métier à tisser.

Excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de **Bavay** *et au* **Caillou-qui-Bique**, *le 4 Juin 1893,*

par M. **Ch. Druon**,

Élève de la Faculté des Sciences.

Pl. 1.

La réunion des excursionnistes devait se faire à Bavay. Aussi, au départ de Lille à 8 h. 33, n'étions-nous guère plus d'une douzaine de personnes, comprenant quelques

membres de la Société Géologique du Nord et les étudiants en Sciences naturelles, sous la direction de M. Gosselet.

A 10 h. 50 nous arrivons à Bavay. A la gare nous trouvons M. Ladrière à qui M. Gosselet a laissé le soin de préparer l'excursion. Il nous invite à manger rapidement les quelques provisions que nous avons emportées, et à le suivre sans retard. Notre troupe s'est à peu près doublée, et, au nombre de 25 environ, nous nous dirigeons vers une sablière que l'on exploite près de la gare.

Nous descendons dans un fossé humide, sorte de lit de rivière, où M. Gosselet nous fait voir à la base du talus placé à notre droite, des marnes grasses à *Terebratulina gracilis*. L'état boueux de la roche est peu favorable à la recherche du petit fossile, aussi aucun de nous n'a le plaisir de le ramasser.

Ces marnes sont immédiatement surmontées par le tertiaire, représenté par une couche de $0^{m}50$ d'argile à silex. Ces silex sont ceux de l'assise à *M. breviporus* dont la craie a été complètement détruite.

Au-dessus sont les sables. Le tuffau Landenien fait ici défaut. Il est d'ailleurs très irrégulièrement réparti dans tous les environs de Valenciennes. Le talus qui est à notre gauche nous montre un sable glauconieux vert, c'est la base de l'assise.

La sablière où nous nous rendons est située au bout de ce fossé. Elle nous offre une coupe assez nette, dans laquelle la stratification est légèrement ondulée :

1° A la base est le sable vert, glauconieux vu précédemment. Ce sable est jauni par la limonite formée par décomposition de la glauconie ;

2° Sable blanc ;

3° Sable vert ;

4° Grès disséminés à la partie supérieure du sable.

Le sable nous offre une quantité de veinules argileuses et ferrugineuses assez solides. Ces sortes de concrétions viennent de ce que, à certains moments, l'argile se déposait en même temps que le sable sur le rivage, et formait des veines peu perméables à l'eau. Plus tard, l'eau de pluie qui filtre à travers le sable dissolvant une partie du fer contenu dans la glauconie se trouve arrêtée par ces couches argileuses et laisse déposer l'oxyde de fer sur l'argile.

Les grès se sont formés au sommet du sable par agglutination des grains. On s'en rend très facilement compte en observant la cassure de ces grès. Ils contiennent en effet de nombreuses empreintes de racines. Avant l'époque quaternaire, ils étaient recouverts par une couche de sable qui a été enlevée pendant que les blocs eux-mêmes étaient déchaussés, renversés dans tous les sens et prenaient les positions diverses que nous leur trouvons aujourd'hui.

5° Au-dessus, M. Ladrière nous fait voir le Limon supérieur, vraie terre à briques, dans lequel un bassin a été creusé par les Romains pour y déposer leurs immondices. On peut y rencontrer des débris de toutes sortes et même des poteries restées entières.

Après cette courte visite à la sablière, notre petite troupe se divise en deux parties. Les uns suivent M. Ladrière aux ruines de Bavay et en rapportent des débris de calcaire de Lorraine employés dans les constructions. C'est un calcaire oolithique, cristallin, formé de nombreux débris de coquilles parmi lesquels on trouve des baguettes de Cidaris. — Les autres, amateurs de poteries et de vieux tessons, sont tout heureux d'aller avec un savant archéologue M. Jennepin chercher des débris de poteries gallo-romaines près d'une sablière voisine. On trouve là, en effet, une quantité considérable de tessons, d'anses et de dents de ruminants.

Nous nous dirigeons ensuite vers la gare et M. Gosselet

profite d'une sablière qui est à 50m de la route, pour nous faire remarquer l'effet des courants sur la stratification. Entre deux couches à lits bien horizontaux, sont des sables en petits lits fortement inclinés, qui n'ont certainement pas été relevées, mais qui ont dû se déposer avec cette inclinaison par l'effet de courants violents.

Il est 12 heures 1/2, nous arrivons à Bettrechies. — Là, près de la route qui borde la ligne du chemin de fer, à 50m de la gare, vers le Midi, nous trouvons des calcaires dévoniens en couches inclinées vers le S -O. Ce calcaire a été relevé et plissé avant le secondaire et le tertiaire Il est noir et a la consistance du marbre, mais cette dureté n'est pas primitive, c'est une dureté acquise postérieurement au dépôt Quelques *Spirifer*, *Bellerophon* et *Polypiers* sont les seuls fossiles que nous remarquons dans notre visite rapide.

Retournant vers la gare, à peu près à la même distance et de l'autre côté de celle-ci, nous retrouvons toujours ces mêmes calcaires. Mais là, les eaux courantes ont assez profondément raviné les calcaires dans lesquels ont pénétré les sédiments crétacés. Ce sont des sables et des calcaires aachéniens, dépôts d'eaux douces ou d'eaux saumâtres, dont l'âge est encore mal déterminé. C'est dans ces couches que l'on a trouvé les *Iguanodons* à Bernissart.

Au-dessus sont des couches marines avec galets (base du crétacé). Puis vient une marne verte, glauconieuse.

Les bancs calcaires sont de diverses natures, les uns sont fendillés, tandis que d'autres sont compacts ; en outre on remarque que les fentes sont perpendiculaires à la direction des bancs supérieurs et inférieurs. C'est là un fait général ; quand une masse dure et incapable d'être étirée à l'infini, est soumise à une forte pression, elle se fendille perpendiculairement aux surfaces de compression, si elle est sensiblement homogène.

A quelques mètres plus loin nous trouvons sur le calcaire :

1° De l'argile aachénienne particulièrement onctueuse au toucher.

2° Un calcaire ferrugineux avec galets, c'est le Sarrazin, premier dépôt de la mer crétacée, dans lequel on trouve des fossiles assez nombreux : huîtres et brachiopodes : *Terebratella Ménardi*, *T. depressa*.

3° Galets avec grosses huîtres et *P. asper*. Les huîtres sont surtout remarquables par l'épaisseur de la coquille et l'impression musculaire excessivement accentuée.

Plus loin le Sarrazin repose directement sur le calcaire dévonien perforé. Les perforations sont dues aux Mollusques lithophages. Puis à quelques mètres de là, sur le Sarrazin reposent :

1° La marne à *Pecten asper*.

2° La marne à *B. plenus*.

Les deux marnes peuvent difficilement se distinguer l'une de l'autre.

B. plenus se trouve parfois au milieu de *Pecten asper* et ici en particulier nous la rencontrons tout-à-fait à la base d'une marne verte que nous étions tentés de rapporter à l'assise à *Pecten asper*. Ces deux couches forment l'assise supérieure du Cénomanien et correspondent au Tourtia de Mons.

Nous gravissons ce petit talus et nous arrivons immédiatement dans une carrière, où nous voyons nettement dans le calcaire dévonien une poche remplie par l'aachénien.

Au-dessus de l'aachénien vient une petite couche marneuse verte avec argile et galets ayant $0^{m}20$ environ d'épaisseur sur laquelle repose le Sarrazin à l'état de sables ferrugineux. — Les couches à *B. plenus* ne sont plus visibles au-dessus du Sarrazin, nous y rencontrons les

Marlettes à *T. gracilis* dont nous ramassons quelques beaux échantillons.

L'assise qui surmonte la zône à *T. gracilis* est la marne de la Porquerie ; c'est l'équivalent de l'argile de Louvil.

En résumé, nous avons ici, à Bettrechies, sur le Sarrazin, tantôt *Pecten, asper* tantôt *Belemnites plenus* et tantôt *T. gracilis*. C'est que nous sommes sur un rivage que la mer abandonnait pour y revenir ensuite, en ravinant les couches préexistantes, et c'est de là seulement que vient l'irrégularité dans les dépôts.

Nous nous sommes rendus sur la voie du chemin de fer, les fraises y sont abondantes et délicieuses, et nous en faisons une agréable cueillette, en attendant le chef de district qui doit nous accompagner.

Le long de la voie, nous avons le calcaire dévonien dont les couches plongent vers le Nord-Est et nous offrent un magnifique pli. Dans le calcaire M. Ladrière nous fait remarquer le banc de marbre de Boussois, avec des *Murchisonies, Bellerophons* et *Strigocéphales*. Puis se présente une sorte de grotte creusée par destruction du calcaire. Enfin nous arrivons aux scieries et ateliers de polissage de marbre de Gussignies.

Nous pouvons y admirer d'énormes blocs de marbre de Carrare, et de marbre rouge d'Italie, ainsi que des marbres des Pyrénées. Puis nous voyons une immense collection des marbres du pays : marbre rouge à *Stromatopora* et à *Stromatactis* du Frasnien, marbre noir sans tâches, marbre noir boule de neige, marbre à amandes, marbre à coquillages, tous du Givétien et quelques marbres gris du Boulonnais.

Nous faisons une courte visite aux ateliers de polissage et nous nous dirigeons rapidement vers Autreppe.

Le ciel qui était très pur à notre départ est devenu nuageux ; enfin la pluie tombe abondamment ; heureuse-

ment nous trouvons, pour nous abriter, un lieu hospitalier où nous pouvons étancher notre soif tout en discutant sur les services rendus aux géologues par le parapluie. Ce précieux instrument est un peu délaissé depuis quelques mois, et bien peu parmi nous en sont munis. Mais peu importe, il faut partir. C'est donc sous une pluie battante que nous nous rendons à la carrière située près de la gare d'Autreppe. Le calcaire dévonien y est surmonté par le Sarrazin dans lequel on peut remarquer une grotte autrefois très riche en fossiles. Que de fois M. Normand s'y couchait à plat ventre pour les y ramasser à pleines mains !

Enfin la pluie a cessé ! Le long de l'Hogneau près de Roisin, nous rencontrons une carrière avec banc de calcaire givetien à *Bellerophon*, surmonté en stratification discordante des marnes à *T. gracilis* d'une puissance de 2^m, au-dessus desquelles est une couche de limon supérieur de 0^m60 environ.

Un peu plus loin nous voyons un très beau pli anticlinal du calcaire à *Bellerophons*.

A quelque distance de là, près du pont d'Autreppe, nous trouvons le calcaire à *Strigocephalus Burtini*.

Nous quittons le calcaire Givetien et nous longeons le bois d'Angre dans lequel nous trouvons : 1° Des schistes à Calcéoles où nous cherchons en vain, *Calceola sandalina* de l'étage Eifelien. — 2° La Grauwacke, sorte de grès argilo-schisteux, nous montrant une quantité considérable de tiges d'encrines. Cette grauwacke est du Coblentzien.

Nous sommes toujours sur le bord du bois, et bientôt nous arrivons au Caillou-qui-Bique. Le roc qui s'avance dans l'espace entouré par une luxuriante végétation forme un ravissant coup d'œil. Nous admirons d'abord la beauté du paysage, puis chacun de nous voulant emporter un échantillon du poudingue qui compose le Caillou-qui-Bique, s'efforce d'en détacher un morceau. C'est un Poudingue

rouge à galets de quartz et de quartzites, appartenant à l'Étage et à l'assise Coblentzien, du poudingue de Burnot. On n'y rencontre pas de fossiles.

Sous le poudingue nous pouvons voir des schistes rouges et des grès de même couleur.

La principale partie de l'excursion est faite. Il est cinq heures ! En route pour le Lapin Blanc ! Ce n'est pas une nouvelle carrière à explorer, mais une excellente petite auberge de Roisin où nous dînons. Les conversations sont animées, toujours plus ou moins géologiques ; enfin, à 6 heures, on lève le siège, tous prêts à entreprendre une nouvelle excursion. Mais il est trop tard, nous nous dirigeons vers la gare de Roisin-Autreppe ; le train siffle et bientôt après nous descendons à Bavay.

Pour clore la journée, nous nous rendons à la carrière de grès du château de Rametz. Nous trouvons là des Psammites ou grès micacés. Ces grès à structure un peu schistoïde sont employés pour le pavage. En certains points de la carrière, où les assises sont particulièrement altérées, nous trouvons en abondance le *Spirifer Verneuili*.

La journée est finie, nous repassons impassibles sous l'œil scrutateur des douaniers, (par égard pour la science, on n'a pas encore soumis les fossiles aux droits de douane) et à 10 h. 40 nous rentrons à Lille.

Planche I. — *Photographie du Caillou-qui-Bique*

« Grâce à une obligeante communication de la Société de Photographie de Lille, nous avons pu donner ici une photographie du Caillou-qui-Bique. Elle est due au talent de M. Leprêtre, et a été choisie par nous, dans la collection de la Société de Photographie, comme celle qui rendait le mieux l'aspect du Caillou, au point de vue géologique. »

Sur l'existence du **Gault** *entre les* **Ardennes** *et le* **Bas-Boulonnais** (*Étude du* **Gault** *et du* **Cénomanien** *de l'***Artois**),

par M. **H. Parent** (1).

Le Gault a été suivi par M. Ch. Barrois (2) autour du bassin anglo-parisien ; partout il peut être divisé en deux assises, la première caractérisée par la présence de l'*Ammonites mamillaris*, la seconde par l'abondance de l'*Ammonites interruptus*. Sous les sables verts à *A. mamillaris* on observe parfois des couches renfermant *Ostrea aquila* et autres fossiles aptiens, notamment à Grandpré.

Au nord d'Hirson, le Gault disparaît sous des couches plus récentes ; on le retrouve cependant à Blangy (3) avec une faune aptienne, à Fourmies (4) contenant les fossiles de l'assise à *Ammonites mamillaris*.

Il faut ensuite aller dans le Boulonnais pour trouver de nouveau les fossiles du Gault ; l'argile à *Ammonites interruptus* entoure complètement la région boulonnaise ; au-

---

(1) Lue dans la séance du 17 Mai 1893.

(2) Ch. Barrois : Mémoire sur le Terrain Crétacé des Ardennes et des régions voisines. Ann. Soc. Géol. du Nord. Tome V, p. 240.

Id. Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande.

Id. Sur le Gault et les couches entre lesquelles il est compris dans le bassin de Paris. Ann. Soc. Géol. du Nord. Tome II, p. 1.

(3) Ch. Barrois : Mémoire sur le Crétacé des Ardennes, p. 248.

(4) Gosselet : Esquisse géologique du Département du Nord, p. 156.

dessous on trouve quelques mètres de sables verts dont la faune n'est pas encore bien connue et à Wissant la série est terminée par une couche argileuse à *Ostrea aquila.*

Entre ces deux régions, l'Ardenne et le Bas-Boulonnais, le Gault était inconnu ; quelques puits de mines semblaient bien l'avoir traversé et M. Ch. Barrois (1) avait signalé la présence de marnes argileuses vertes à Febvin, Matringhem, Audincthun paraissant se rapporter à l'Albien ; mais ces couches ne lui avaient pas fourni de fossiles.

Depuis quelques années, de nombreuses carrières ont été ouvertes le long de l'axe de l'Artois, pour l'extraction des nodules phosphatés ; elles montrent sous le terrain Cénomanien, une couche d'argile ou de sable glauconieux dont la faune diffère complètement de celle des sables phosphatés supérieurs ; les fossiles que j'y ai recueillis sont caractéristiques du terrain Albien et du terrain Aptien ; toutefois chaque localité offre une faune particulière, indiquant des dépôts de plusieurs âges (2).

Afin de bien connaître la position de la couche que je range dans le Gault, par rapport aux terrains qui la surmontent, il est nécessaire de donner quelques coupes des carrières de la région ; chaque assise sera ensuite étudiée au point de vue paléontologique.

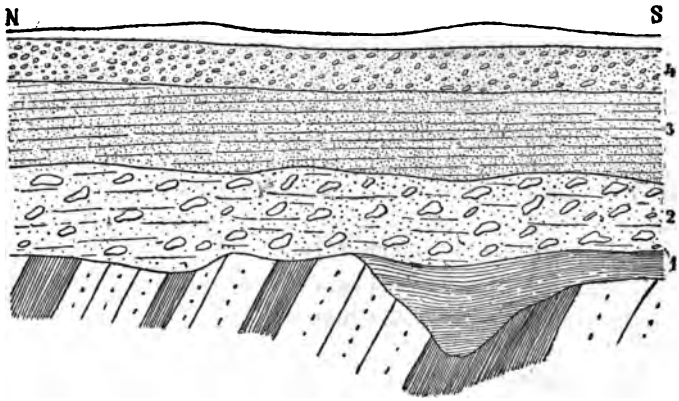
Il existe dans la vallée de la Lys de nombreuses exploitations de phosphate de chaux ; les couches crétacées reposent tantôt sur les psammites du terrain Dévonien, tantôt sur le poudingue triasique.

---

(1) Ch. Barrois : Sur le Gault, p. 44.

(2) Quelques-unes de ces carrières sont fermées aujourd'hui, notamment celles de Pernes et de Febvin ; néanmoins on peut encore recueillir des fossiles du Gault à Rebreuve, à Aix et dans plusieurs localités le long de la vallée de la Lys (Audincthun, etc.).

A Audincthun on a la coupe suivante de bas en haut :



1° Argile blanche, grasse, contenant de rares nodules de phosphate de chaux de couleur brune, blancs à la surface, très riches. Elle n'existe qu'en quelques points, dans des poches qui peuvent atteindre 2m de profondeur au maximum.

2° Sables très glauconieux, argileux, noirâtres, avec gros nodules de phosphate de chaux de forme très irrégulière ; quelques nodules blancs ; pyrite assez abondante.

(Sables verts de Dennebrœucq à *Plicatula radiola* 1 à 2m)

3° Argile très sableuse, moins glauconifère de couleur vert-pâle ; les nodules phosphatés sont plus rares et disséminés dans toute la couche. Elle peut se diviser en deux parties :

1° Argile à *Avicula gryphœoïdes*.

2° Argile à *Ostrea carinata*.

Ces sables argileux ont environ 1m50 à 2m d'épaisseur.

(Assise à *Pecten asper : Faciès de Pernes*).)

4° Craie glauconieuse renfermant une couche de petits nodules de phosphate, plus riches que ceux de la couche 2 ; ils se distinguent facilement des précédents par leur petite dimension et leur couleur gris-jaunâtre : (Assise à *Ammonites laticlavius*, environ 1m)

Un peu plus au nord d'Audincthun, à Wandonnette, une exploitation est ouverte sur le bord de la route qui mène à Coyecque ; elle montre la même série, surmontée par :

5° Craie glauconifère, très tendre, marneuse; la glauconie répandue abondamment à la base disparaît vers le haut; quelques rares nodules remaniés de la couche 4. (Assise à *Holaster subglobosus*, 2 à 3m visibles).

A Dennebrœucq, même série.

Dans le village de Reclinghem, on voit au-dessus d'un affleurement de grès dévonien :

1° Argile blanche.
2° Couche de gros nodules de phosphate de chaux dans un sable vert très foncé. 0m50
3° Argile sableuse verte avec rares nodules. . . . 2m

1 et 2 appartiennent à la couche à *Plicatula radiola* de Dennebrœucq, 3 à l'assise à *Pecten asper*.

La route montre en tranchée, en face de l'église de Matringhem, une couche d'argile glauconieuse avec rares nodules, surmontant les schistes rouges dans lesquels elle forme quelques poches ; elle ne m'a pas fourni de fossiles, mais elle doit sans doute appartenir à l'assise à *Plicatula radiola*.

Un peu au sud du même village, vers Beaumetz-les-Aire, on peut prendre la série suivante dans une carrière située au milieu des prairies :

1° Argile compacte blanche, dure, avec quelques nodules blancs 0m80
2° Couche de nodules phosphatés de grande taille (sables verts à *P. radiola*). 0m30
3° Sable très glauconieux, noirâtre, un peu argileux, à nombreux nodules de phosphate de chaux de très petite taille ; aucun ne dépasse 1 cent. de

diamètre ; ces nodules paraissent remaniés ; ils sont arrondis en forme de galets. Les fossiles y sont très abondants.

(Assise à *P. asper* : Faciès de Matringhem environ 0m20)

4o Nodules de phosphate de chaux de couleur grise à la surface, dans craie glauconieuse. 0m20

(Assise à *Ammonites laticlavius*).

Il existe donc en ce point trois couches de nodules phosphatés, superposées et d'âges différents, très faciles à distinguer.

A Vincly, au-dessus d'une grande carrière de grès, on remarque une petite couche d'argile glauconieuse sans fossiles, avec nombreux galets dévoniens.

On retrouve encore les sables phosphatés dans la vallée de la Lys sur la route de Radinghem à Fruges et de Radinghem à Lugy.

Si, quittant la vallée de la Lys, on se dirige vers l'est, on ne tarde pas à trouver à Fléchin et à Febvin quelques carrières intéressantes ; au nord du village de Febvin j'ai pris la coupe suivante :

1° Argile gris-brunâtre peu glauconieuse, contenant une immense quantité de galets primaires et triasiques, peu roulés, quelques-uns de grande dimension ; très souvent ils sont entourés d'une croûte de phosphate qui pénètre dans l'intérieur du galet en modifiant la roche. Ces galets sont de toutes natures ; on y trouve notamment des grès et des psammites gedinniens, des calcaires du terrain carbonifère, des psammites famenniens (ces psammites m'ont fourni des fossiles : *Spirifer Verneuili*, *Rhynchonella Omaliusi*, qui indiquent la présence du Famennien dans le voisinage de Febvin).

(Tourtia de Pernes-en-Artois) . . . . . 1m à 1m50.

2o Sable vert, glauconieux, avec nodules de phosphate de chaux. (Assise à *P. asper* Faciès de Pernes). . . . . 0m75 à 1m

3o Sable calcarifère, à nombreux points de glauconie. (Assise à *Amm. laticlavius*) . 1m

4o Craie marneuse, grise, glauconieuse à la base, visible sur 4 à 5m : (Assise à *Holaster subglobosus*).

Même coupe à Fléchin, au sud du village ; les galets sont aussi abondants à la base.

La localité de Pernes est bien connue et a été étudiée par plusieurs géologues ; M. Ach. Six a fixé, le premier, l'âge des différents terrains qu'on y trouve (1) ; depuis M. Cayeux, lors d'une excursion de la Société géologique du Nord à Pernes, a relevé la coupe suivante (2) :

1° Craie marneuse compacte. 1m20

2o Craie marneuse légèrement glauconieuse et fendillée 0m80

3o Sable glauconieux calcarifère 0m80

4o Sable plus glauconieux 1m

5o Sable vert avec nombreux nodules de phosphate de chaux. 0m60

6o Argile brunâtre légèrement glauconieuse . . . 0m80

1 et 2 appartiennent à l'assise à *Holaster subglobosus*.

3 et 4 constituent l'assise à *Ammonites laticlavius*.

5 forme l'assise à *Pecten asper* (Faciès de Pernes).

6 m'a fourni les fossiles du Gault (Tourtia de Pernes).

Les carrières de grès de la Comté, près Houdain, sont surmontées, en quelques endroits seulement, notamment sur la rive gauche de la Lawe près de la voie ferrée, d'une couche d'argile glauconieuse, contenant des nodules phosphatés disséminés ; je n'ai pu y trouver de fossiles.

Un puits a traversé près de la halte de la Comté les sables à nodules de Pernes.

Sur la rive droite de la Lawe, vers Beugin, à quelques pas de la route, il existe un affleurement d'une argile glau-

(1) Ortlieb et Six : Ann. Soc. Géol. du Nord, Tome XI : Une excursion à Pernes, p. 110.

(2) Ladrière et Cayeux ; Compte-rendu de l'excursion à Pernes-en-Artois, le 7 avril 1889, Tome XVI p. 185.

conieuse avec quelques nodules de phosphate de chaux, également sans fossiles.

J'ai visité à Rebreuve plusieurs exploitations de nodules phosphatés ; sur la rive droite de la rivière d'Houdain dans la direction d'Olhain, au-dessus d'une carrière ouverte dans le grès blanc, on voit une argile grise, plastique, devenant brune à la surface et contenant à la base quelques galets roulés de grande taille ; elle forme des poches étroites qui pénètrent assez profondément dans les schistes alternant avec les grés :

Tourtia de Pernes-en-Artois environ 1m

Une autre carrière montre sur la même rive :

1o Argile grise.....*Tourtia* de Pernes.

2o A. Argile très glauconieuse, presque noire, très sableuse, remplie de petites huîtres, voisines d'*ostrea lateralis* 0m50

B. Sables à nodules phosphatés très abondants ; ces sables sont glauconieux et argileux . . . 0m50 (Assise à *Pecten asper* : Faciès de Pernes).

3o Craie glauconieuse verdâtre, passant insensiblement à la couche suivante. . . . . 2m (Assise à *Ammonites laticlavius*)

4o Craie grise, très marneuse, avec glauconie peu abondante, visible sur 2 à 3m : Assise à *Holaster subglobosus*.

Sur la rive gauche une exploitation est ouverte dans les mêmes couches 1, 2 et 3, cette dernière visible sur 1m environ. L'argile grise (Tourtia de Pernes) contient de nombreux galets peu roulés.

Je signalerai en passant la curieuse disposition des couches du Crétacé inférieur sur les roches primaires qui les supportent : A Rebreuve, entre les deux principales exploitations de phosphate de chaux, il existe quelques carrières de grès situées à une altitude supérieure et qui ne sont surmontées d'aucun dépôt crétacé.

On voit le même fait à La Comté et dans la vallée de la Lys; dans la première localité, les couches glauconieuses que j'ai signalées sur la rive droite sont séparées de celles de la rive gauche par une colline de grès blanc, sur laquelle on ne voit pas de trace de sédiments crétacés; ce n'est qu'après avoir dépassé cette colline qu'on retrouve sur le flanc opposé, à mi-côte, les mêmes couches glauconieuses d'abord peu épaisses mais qui augmentent d'épaisseur à mesure qu'on descend vers le village. Dans la vallée de la Lys, on retrouve la même disposition : les sables phosphatés sont à une altitude qui varie entre + 10 et + 30^{m}, au-dessus de la rivière ; sur les sommets des collines ils ont très peu d'épaisseur.

On doit en conclure qu'il existait dans l'Artois, à l'époque de la mer du Gault, des hauts-fonds de roches anciennes, parfois assez élevés pour constituer des îlots, sur lesquels la mer ne laissait aucun dépôt ; les sédiments ne s'accumulaient que dans les parties profondes.

Il ne me reste plus qu'une carrière à décrire, celle d'Aix-en-Gohelle, la dernière dans la direction de l'Est ; elle est située près du bois au sud du village ; la coupe en est très intéressante ; on y voit au-dessus des grès blancs et des schistes dévoniens :

Partie Ouest de la Carrière

1° Argile gris-jaunâtre, avec quelques lits de glauconie ; cette argile est grasse, très collante et contient de nombreux galets de roches diverses : grès et psammites ; ils atteignent une taille énorme à la partie supérieure (quelques-uns ont 40 à 50c de diamètre) ; ces gros galets absolument arrondis forment un lit qui sépare le Tourtia des sables supérieurs (*Tourtia* d'Aix-en-Gohelle 0,30 à 0,50c)

Cette argile pénètre dans des fissures très étroites des schistes rouges et y remplit des poches profondes d'un mètre au maximum. J'ai trouvé à plusieurs mètres sous le Crétacé, dans une fente verticale, un véritable placage de phosphate de chaux, recouvrant le grès blanc ; la surface était couverte de nombreuses petites huîtres ; j'y ai recueilli également une Lime.

2° Sables glauconieux, parfois cohérents, à nodules de phosphate disposés en un lit à la base ; ils sont très abondants et associés à quelques galets.
(Sables verts à *Terebratula tornacensis* .... 0.30 à 0.40c)

Cette couche est séparée nettement de la précédente par une ligne de ravinement.

3° Craie glauconieuse, blanchâtre, marneuse ; il y a également une ligne de ravinement entre ces deux assises.
(Marne à *Belemnites plenus*..... visible sur 1m)

En résumé il existe dans l'Artois trois *Tourtias* bien distincts ; ce sont par rang d'âge :

1° Sables verts à *Plicatula radiola* de Dennebrœucq.
2° *Tourtia* de Pernes-en-Artois.
3° *Tourtia* d'Aix-en-Gohelle.

Nous allons examiner successivement la faune de chacun de ces terrains ; puis nous jetterons un coup d'œil sur le terrain Cénomanien.

1° LISTE DES FOSSILES DES SABLES VERTS DE DENNEBRŒUCQ

1. *Polyptychodon interruptus*, Owen : *Reptilia of the cretaceous wealden and Purbeck formations* pl. X et XI.

   Les restes de ce reptile sont abondants en Angleterre dans le Gault ; en France, M. Barrois a signalé la présence du *Polyptychodon interruptus* à Grandpré ; il est assez commun dans le terrain Aptien des Ardennes. J'ai trouvé à Audincthun une très belle dent de Polyptychodon, un peu plus grande que celles qui ont été figurées par Owen.

   Loc. : Audincthun.

2. *Otodus appendiculatus*, Ag. Recherches sur les poissons fossiles, t. 3, pl. 32.

   Loc. : Audincthun.

3. *Otodus* sp.

   Loc. : Audincthun, Reclinghem.

4. *Lamna.*
   (Vertèbre).

   Loc. : Audincthun.

5. *Ammonites tarde-furcatus*, Leym., in d'Orb., Pal. franç. vol. 1 (Terrains crétacés), pl. 71, fig. 4 et 5.

   Loc. : Audincthun.

6. *Ammonites*

   (Empreinte sur Ostrea ; montre des côtes bifurquées au milieu du flanc ; pas de tubercules ; tours nombreux).

   Loc : Reclinghem.

7. *Belemnites minimus*, Lister, Sowerby : Min. Couch., pl. 589, fig. 1.

Loc : Audincthun.

8. *Rhynchonella Gibbsiana*, Sow. Min. Couch.. v. 6, pl. 537, fig. 4.

Loc : Audincthun.

9. *Turbo* sp.?

Loc : Audincthun.

10. *Ostrea Milletiana*, d'Orb. Pal. franç. Terrains crétacés, vol. 3, pl. 472.

Loc. : Wandonnette, Audincthun, Dennebrœucq.

11. *Ostrea Rauliniana*, d'Orb. Pal. franç. Terr. crétacés, vol. 3, pl. 471, fig. 1 à 3.

Caractérise le Gault ; elle se distingue facilement de *l'Ostrea haliotidea* ; son crochet est plus recourbé ; un sillon bien marqué qui existe sur le côté de la grande valve manque chez *l'Ostrea haliotidea* ; enfin l'ensemble est différent.

Cette coquille est très abondante à Dennebrœucq.

Loc. : Audincthun, Matringhem, Dennebrœucq, Reclinghem.

12. *Ostrea haliotidea*, Lamarck d'Orb. Pal. Franç. Terr. crét vol 3, pl 478, fig. 1 à 4.

Loc. : Audincthun.

13. *Ostrea arduennensis*, d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 472.

Loc. : Audincthun (rare).

14. *Ostrea canaliculata*, Nilts, Reuss. pl. 27, fig. 38.

Loc. : Audincthun.

15. *Ostrea nummus*?

Loc. : Audincthun.

16. *Pecten aptiensis*, Leym. d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, fig. 1 à 5.

Loc. : Audincthun, Dennebrœucq, Reclinghem.

17. *Pecten Dutemplei*, d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, pl. 432, fig. 10 à 13

Loc. : Audincthun, Reclinghem.

18. *Pecten Rhodani*, Pictet et Campiche. Terr. crét, des env. de Ste-Croix, pl. 173, vol. 4.

Loc : Matringhem.

19. *Pecten acuminatus*, Gein. d'Archiac. Descr. des foss. du Tourtia. Mém. Soc. Géol. de France, pl. XVI, fig. 3, p. 309.

Loc ; Audincthun.

20. *Plicatula radiola*, Lamarck, d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, pl. 463, fig. 1 à 7.

Loc : Dennebrœucq, Audincthun.

21. *Avicula Cornueliana*, d'Orb. = A. *pectinata*, Sowerby. Espèce bien distincte de toutes les autres formes du terrain Crétacé.

Loc. : Audincthun.

22. *Hinnites Studeri*, Pictet et Roux. Terr. crét. des env. de Ste-Croix, 4e vol. pl. 179.

Loc. : Audincthun.

23. *Spondylus hystrix*, Goldf. d'Orb. Pal. franç., vol. 3, pl. 454.

Loc. : Audincthun.

24. *Arca decussata*, Sow. Min. Conch. Tome 3, pl. 206, fig. 3 et 4.

Loc. : Wandonnette, Audincthun.

25. *Arca glabra*, Sow. Min. Conch. Tome 1, pl. 67.

Loc. : Audincthun, Dennebrœucq (abondant).

26. *Arca fibrosa*, d'Orb. Pal. franç. Terr. crét., vol. 3, pl. 312.

Loc. : Audincthun (rare).

27. *Nucula impressa*, Sow. Min. Conch., Tome 5, pl. 475, fig. 3.

(Espèce à côtes concentriques fines; pas de côtes radiaires).

Loc. : Dennebrœucq.

28. *Nucula arduennensis*, d'Orb. Pal. franç. Terr. crét., vol. 3, pl. 302, fig. 4 à 8.

(Coquille de forme triangulaire, allongée et très peu bombée).

Loc. : Matringhem.

29. *Cyprina angulata*, Sow. Min. Conch. Tome 1, pl. 65, p. 145.

Loc. : Audincthun, Matringhem.

30. *Cyprina rostrata*, Fitton. Trans. of the geol. Soc of London, 2me série, vol. IV, pl. XVII.

(Coquille gibbeuse, à carène très saillante, plus longue que large; muscles adducteurs à impressions très fortes. La *Cyprina angulata* est également gibbeuse, mais la carène est bien moins accentuée et la forme générale moins allongée d'avant en arrière).

Loc. : Audincthun.

31. *Cardita Dupiniana*, d'Orb. Pal. franç., vol. 3, pl. 268, fig. 6 à 10.

Loc. : Audincthun, Matringhem, Dennebrœucq.

32. *Cardita Constantii*, d'Orb. Pal. franç., vol. 3, pl. 269, fig. 1 à 5

Loc. : Dennebrœucq.

33. *Cardium Constantii*, d'Orb., vol. 3, pl. 242, fig. 5 et 6.

Loc. : Dennebrœucq.

34. *Cardium* sp ?

Forme gibbeuse, aussi large que longue, à crochets aigus

Loc. : Reclinghem.

35. *Cidaris gaultina*, Forbes, Wright Cret. Echin, pl. 1.

Loc. : Matringhem.

36. *Catopygus cf. cylindricus*. Desor. — Détermination de M. Lambert :

« Cette espèce se rapproche surtout des *C. carinatus* Agassiz du Cénomanien et *C. cylindricus*, Desor de l'Albien. La face inférieure est un peu plus convexe, le péristome un peu plus excentrique en avant que chez la majorité des *C. carinatus*. Sous ce rapport, l'échantillon examiné se rapprocherait davantage du *C. cylindricus*, surtout de la variété figurée dans l'Echinologie helvétique, pl. XXII, fig. 5 à 8. Il faudrait de meilleurs échantillons pour pouvoir déterminer ce *Catopygus* avec quelque certitude. »

Loc. : Dennebrœucq,

37. *Serpula aff. amphisbœna.*

Loc. : Audincthun.

38. *Elasmostoma plicatum*, Hinde Catalogue of fossil Sponges.

Loc. : Audincthun.

39. Bois silicifié.

Loc. ; Audincthun, Dennebrœucq, Matringhem.

La faune des sables verts de Dennebrœucq est peu riche ; quelques-uns des fossiles mentionnés ne sont représentés dans ma collection que par un unique échantillon ; toutefois on peut trouver assez communément : *Ostrea Milletiana*, *Ostrea Rauliniana*, *Pecten aptiensis*, *Arca glabra*, *Arca decussata ;* parmi toutes ces coquilles, c'est l'*Ostrea Rauliniana* qui est de beaucoup la plus abondante ; elle est en phosphate de chaux le plus souvent.

Nous n'avons dans la liste ci-dessus aucune des espèces caractéristiques du terrain Cénomanien ; presque tous les fossiles que j'ai recueillis ont été signalés soit dans l'Aptien, soit dans l'Albien. A signaler parmi les premiers : *Ostrea arduennensis*, *Pecten aptientis*, *Pecten Dutemplii*, espèces cantonnées dans l'Aptien de France ; d'autres sont connus dans le Lower-green-sand anglais ; ce sont surtout : *Rhynchonella Gibbsiana*, *Area decussata*, *Arca glabra*, *Nucula impressa*, *Cyprina angulata*, *Cyprina rostrata*, c'est-à-dire des formes qui abondent en Angleterre à la partie moyenne du Lower-green-sand, correspondant au terrain Aptien français.

Les fossiles du Gault sont également bien représentés : *Polyptychodon interruptus*, *Belemnites minimus*, *Ostrea Milletiana*, *Ostrea Rauliniana*, *Pecten Rhodani*, *Plicatula radiola*, *Hinnites studeri*, *Arca fibrosa*, *Nucula arduennensis*, *Cardita Dupiniana*, *Cardita Constantii*, etc., caractéristiques pour la plupart des sables verts à *Ammonites mamillaris*.

J'étais tout d'abord porté à ranger l'assise des sables verts de Dennebrœucq, d'après les caractères de sa faune, entre l'étage Aptien et l'Albien ; toutefois, en examinant

attentivement la faune de ces sables, on y remarque l'absence de tous les céphalopodes si communs dans le Gault et même de presque tous les fossiles caractéristiques de ce terrain : *Inocérames*, *Natices*, *Scalaires*, etc. ; les espèces que j'ai trouvées sont surtout des Lamellibranches qui ont commencé à apparaître dans le Lower-green-sand d'Angleterre.

En résumé, je crois devoir ranger les sables verts de Dennebrœucq dans le terrain Aptien, représenté ici par un faciès se rapprochant beaucoup des couches d'Angleterre immédiatement inférieures au Gault.

2° LISTE DES FOSSILES DU TOURTIA DE PERNES

1. *Otodus* sp.

   Loc. : Rebreuve.

2. *Ammonites Renauxianus*, d'Orb. Pal franç. Terr. crét. vol. 1, pl. 27, fig. 1 et 2.

   Loc. : Fléchin, Rebreuve.

3. *Belemnites minimus*, Lister Sow. Min. Conch. pl. 589, fig. 1.

   Loc. : Pernes.

4. *Terebratula depressa*, Lam. = *T. Nerviensis*, d'Arch. Foss. du Tourtia, pl. 17, fig. 2.

   Loc. : Pernes, Rebreuve.

5. *Terebratella oblonga*, d'Orb. vol. 4, pl. 515, fig, 7 à 19. = *Terebratula oblonga*, Sow. Min. Conch. pl. 535, fig. 4 à 6.

   Loc. : Pernes.

6. *Terebratella Fittoni*, Meyer Davidson supplément pl. VIII, fig. 8 à 13.

Loc. : Rebreuve.

7. *Rhynchonella Gibbsiana*, Sow, Min. Conch. vol. 6, pl. 537, fig. 4.

Loc. : Rebreuve.

8. *Pleurotomaria aff. Rhodani.*

Loc. : Pernes.

9. *Ostrea haliotidea*, Lamarck : d'Orb. Pal. franç. Terr crét. vol. 3, pl. 478.

Loc. : Pernes.

10. *Ostrea* (*Alectryonia*) sp. ind.

Loc. : Rebreuve.

11. *Pecten aptiensis*, Leym. d'Orb. vol. 3, pl. 432, fig. 1 à 5.

Loc. : Rebreuve, Pernes.

12. *Pecten Dutemplei*, d'Orb. vol. 3, pl. 432, fig. 10 à 13.

Loc. : Pernes.

13. *Pecten crispus*, Rœmer : Goldfuss sous le nom de *Pecten cretosus* : Petr. Germ. pl. 94, fig. 2.

Loc. : Pernes.

14. *Pecten* sp. ?

Loc. : Febvin, Pernes.

15. *Janira quadricostata*, Sow. in Dixon, Geol of Sussex pl. 28, fig. 17.

Loc. : Pernes.

16. *Cyprina regularis*, d'Orb. Pal. franç., tome 3, Lamellibranches, pl. 272, fig. 3 et 4.

Loc. : Febvin.

17. *Cyprina cuneata*, Fitton ; Trans. geol. soc. of London 2e série, vol. 4, pl. XVI, fig. 19.

Loc. : Febvin.

18. *Cyprina* sp. ?

Loc. : Febvin.

19. *Cardium Constantii*, d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 242, fig. 5 et 6.

Loc. : Febvin.

20. *Arca fibrosa*, d'Orb. Pal. franç. Lamell. vol. 3, pl. 312.

Loc. : Rebreuve.

21. *Astarte* sp. ?

Loc. : Rebreuve.

22. *Cidaris gaultina* Forbes.

Détermination de M. Lambert.

« Douze radioles de Pernes-en-Artois, dont la tige et la collerette sont seules conservées.

» Les principaux sont remarquables par leur tige cylindrique souvent déformée, probablement fistuleuse au moins à leur partie supérieure, ornée d'environ 28 petites côtes très peu saillantes, séparées par des intervalles moins larges qu'elles-mêmes, composées de fins granules arrondis, homogènes, rapprochés mais non confluents Ces côtes sont, comme presque chez toutes les espèces, moins régulières et plus espacées d'un côté de la tige que de l'autre. Toutes n'atteignent pas le sommet ; plusieurs s'atténuent ou fusionnent avant d'atteindre les ⅔ du radiole. A partir de ce point, elles se transforment en petites carènes assez

espacées avec intervalles substriés. Sommet du radiole plus ou moins régulier, toujours fistuleux. Collerette basse, lisse; anneau assez saillant. Facette articulaire inconnue.

» *Variations.* — Chez certains exemplaires les côtes restent granuleuses jusqu'au sommet; chez d'autres, surtout chez les petits, elles se transforment beaucoup plus tôt en carènes lisses.

» En comparant ces radioles à ceux de Rebreuve-en-Artois, il me paraît impossible de ne pas rapporter à la même espèce la plupart de ces derniers. Il y a d'abord deux radioles déformés et fistuleux pour lesquels il ne saurait exister aucun doute et l'identité de ces radioles avec ceux du *C. Gaultina* de Forbes me paraît évidente. — Les petits sont remarquables par la transformation hâtive de leurs petites côtes granuleuses de la base en carènes lisses, séparées par un large espace finement chagriné et leur sommet en petit fleuron décapétale assez régulier, leur cassure plus nettement spathique. Au premier abord, l'ornementation de ces radioles rappelle un peu celle du *C. pretiosa*, dont les carènes sont d'ailleurs plus saillantes, les granules plus grossiers. Ces petits radioles sont en réalité beaucoup plus voisins de ceux attribués au *C. vesiculosa* Goldfuss, notamment de ceux de la petite var. du Havre (Pal. franç., pl. 1050, fig. 7), fréquente à Connerue (Sarthe) et surtout à Saint-Michel (Charente-Inférieure). J'avoue qu'il est même bien difficile de les distinguer; cependant, en raison des différences de gisement, et surtout de leurs rapports étroits avec les petits radioles de Pernes, on peut les considérer comme une variété un peu plus aberrante de ces derniers. Il ne faut d'ailleurs jamais oublier combien sur un même *Cidaris* les petits radioles sont sujets à de larges variations.

» Quant aux fragments de radioles de Rebreuve ils

me paraissent inséparables des radioles de Pernes, ils ont les mêmes ornements, la même structure fistuleuse, décelée par une cassure spathique hétérogène, laissant apparaître au centre les traces d'un tissu originel spongieux.

» Dans ces conditions, il ne m'a pas paru possible de distinguer des précédents les deux fragments de Rebreuve qui montrent seuls la facette articulaire conservée. Ces derniers offrent au premier abord une certaine ressemblance avec les radioles du *C. pyrenaica* Cotteau, de l'Albien inférieur, mais leur collerette est plus courte et l'ensemble de leurs rapports avec le *C. gaultina* plus étroit.

» En résumé, si nous laissons de côté les petits radioles dont les caractères sont indécis et qu'on ne peut avec certitude distinguer de ceux du *C. vesiculosa*, tous les autres ne peuvent être séparés de ceux de Pernes.

» L'espèce ainsi limitée n'a pas les caractères du véritable *C. vesiculosa*, chez lequel la structure fistuleuse n'a jamais été signalée, dont la collerette est plus haute, l'ensemble plus fusiforme, etc. Elle me paraît au contraire avoir tous les caractères du *C. gaultina* Forbes. On peut même déclarer qu'il y a évidente identité avec le radiole figuré *in situ* par Wright (pl. I, fig. 2 en haut à gauche). Les échantillons déformés se rapprochent aussi très étroitement des radioles figurés (ibid. fig 4) par l'auteur anglais.

» Il me paraît extrêmement probable que le *C. perforata* Rœmer (Nerdd Kreideg. pl. VI, fig. 9) de la couche la plus inférieure du Planer de Sarstedt appartienne plutôt à notre espèce qu'au vrai *C. vesiculosa* avec lequel il a été généralement confondu. Si les auteurs allemands font un jour cette démonstration il n'y aura d'ailleurs pas lieu de changer le nom donné à l'espèce par Forbes, le test ayant pour la première fois été décrit sous le nom de *C. gaultina*.

» En France, M. Cotteau a rapporté au *C. gaultina* un

fragment de radiole du Gault de Gérasdot (Aube) (Echin. de l'Aube, p. 57 et Echin. de l'Yonne, t. II, pl. 64, fig. 13). Ce débris est bien incomplet pour pouvoir être utilement comparé avec les échantillons communiqués. — En Angleterre le *C. gaultina* n'a été signalé que dans le Gault de Folkestone, où il est d'ailleurs très rare, d'après M. Wright, quoique caractéristique de cet étage.

» M. Cotteau a décrit dans l'étage Urgonien d'Oviédo un *Cidaris Mac-Phersoni* qui, par son aspect général et d'après les figures 1-3 de la pl., aurait avec notre espèce de Pernes les plus grands rapports. Les détails d'ornementation seraient même identiques d'après la fig. 2. Mais, en présence de la description qui attribue à l'espèce espagnole des côtes longitudinales. « Dentelées, épineuses, régulièrement espacées » ce rapprochement ne me paraît pas actuellement possible. M. Cotteau n'aurait d'ailleurs pas manqué de signaler la structure fistuleuse de ses radioles, si les échantillons du Cap Prieto avaient présenté ce caractère plus saillant chez le *C. Gaultina* et chez les radioles communiqués que chez les autres espèces du même groupe »

Loc. : Pernes, Rebreuve (abondant).

23. *Cidaris cf Salevensis*, Desor.

Détermination de M. Lambert

« Un seul fragment de radiole à rapprocher de l'espèce décrite par M. de Loriol sous ce nom.

» Il existe dans les terrains néocomien et aptien plusieurs espèces de *Cidaris* à radioles pourvus de hautes collerettes.

» Le plus anciennement connu est le *C. punctata* Rœmer (Oolithen pl. 1, fig. 15), dont le type serait dépourvu de bourrelet oblique séparant la collerette de la tige.

D'après Kock et Dunker (Versteiner, pl. VI, fig. 10, a-d), la collerette de l'espèce allemande serait bien moins développée que celle du radiole de Rebreuve. Ce caractère se retrouve sur le radiole que vient de faire connaître le professeur Schlüter (Kreide Echin, taf. 8, fig. 22). (Voir également Quenstedt : Die Echin, pl. 68, fig. 17-29). M. de Loriol a aussi figuré une forme typique du *C. punctata* : Echin, hel. pl III, fig. 13-14 — Mais à la même pl. fig, 15 (et Suverb. foss. du Salev, pl. XX, fig. 10-12), il a fait connaître une variété à granulation plus régulière et haute collerette, qui n'est autre que le *C. Salevensis* Desor. Cette forme est celle qui a le plus d'analogie avec le radiole de Rebreuve. Je n'ose cependant affirmer l'identité de ce dernier avec l'espèce du néocomien moyen du Salève sur le vu d'un seul fragment.

» Quant aux radioles du *Cidaris farringdonensis* Wright, M. de Loriol a figuré sous ce nom un fragment qui offre avec celui communiqué une grande ressemblance (loc. cit. pl. III, fig. 33). Mais il est fort douteux que le radiole suisse appartienne réellement au *Goniocidaris farringdonensis* ; il en diffère par les granulations de sa tige, présentant plutôt les caractères attribués aux radioles du *C. punctata*. Ceux du *G farruigdonensis* se distinguent à première vue du radiole suisse en question et de celui de Rebreuve par l'écartement de leurs rangées de granules qui ont sur la tige une tendance caractéristique à se transformer en petites côtes. (Voir : Wright : Brit. foss. Echin. crétac pl. II, fig. 8 — et Lambert : Echin de Grandpré, pl. II, fig. 9, 11 et 12).

» En résumé, c'est avec le radiole du Salève et avec celui de la fig. 33, pl. III de l'Echin-helvétique que le radiole de Rebreuve a le plus de rapports. Il ne me paraît pas possible de l'assimiler à ceux du *G. farringdonensis*. »

Loc. : Rebreuve (rare).

Le Tourtia de Pernes contient une faune qui paraît un peu plus récente que celle de Dennebrœucq ; les fossiles y sont très rares et ce n'est qu'à la suite de recherches assidues que j'ai pu me procurer les quelques espèces signalées plus haut ; il faut cependant excepter les radioles de *Cidaris gaultina* que l'on trouve abondamment surtout à Rebreuve ; le *Pecten aptiensis* est également assez commun.

Nous avons encore plusieurs espèces aptiennes, comme *Pecten Dutemplii*, *Pecten aptiensis*, *Cyprina cuneata*, mais les espèces du Gault l'emportent en nombre : *Terebratella oblonga*, *Pecten crispus*, *Arca fibrosa*, *Cyprina regularis* et surtout *Cidaris gaultina*, considéré comme absolument caractéristique du Gault de Folkestone ; plusieurs sont même d'âge plus récent : *Belemnites minimus*, *Ammonites Renauxianus*, *Terebratula depressa*, qui se montrent d'ordinaire à la limite des étages Albien et Cénomanien.

Je considère donc le Tourtia de Pernes comme une couche nettement Albienne et je le range à la partie supérieure de l'étage du Gault dont il représente un faciès littoral, tout particulier.

3° Liste des fossiles du tourtia d'Aix-en-Gohelle

1. *Belemnites minimus*, Lister ; Sow. min. conch. vol. 6, pl. 589, fig. 1. (abondante).

2. *Belemnites attenuatus*, Sow. min. conch. vol. VI, pl. 589, fig. 2.

3. *Terebratula Nerviensis* d'Arch. Foss. du Tourtia, pl. XVII, fig. 2 à 10 (Forme du Sarrazin de Bellignies).

4. *Terebratula tamarindus* Sow. Davidson supplément pl. VII, fig. 9.

5. *Terebratella Menardi* = *T. Truncata* Sow. ; d'Orb. Pal. franç. vol. 4, pl. 517, fig. 1 à 15.

6. *Terebratella Beaumonti* d'Arch. Descr. des foss. du Tourtia, pl. XXI, fig. 12.

7. *Terebratella Davidsoni,* Walker, Davidson supplément pl. VIII, fig. 1 à 7.

8. *Terebratella pectita* d'Orb. Pal. franç. vol. 4, pl. 517, fig. 16 à 20.

9. *Terebratella Fittoni,* Meyer ; Davidson supplément pl. VIII, fig. 8 à 13.

10. *Terebrirostra arduennensis* d'Orb. vol. 4, pl. 519, fig. 6 à 10.

11. *Rhynchonella Gibbsiana* Sow. min. conch vol. 6, pl. 537, fig. 4.

12. *Ostrea haliotidea,* Lam. d'Orb. Pal. franç. Terr. Crét. vol. 3. pl. 474. (Forme allongée, de petite taille, abondante dans le Sarrazin de Bellignies : très commune).

13. *Ostrea Rauliniana* d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, pl. 471, fig. 1 à 3 (rare).

14. *Ostrea carinata* Lam. d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 474 (Espèce de petite taille, très allongée, caractéristique du Sarrazin).

15. *Ostrea aff. sygmoïdea.*

16. *Ostrea hippopodium,* Nilss ; Reuss Bœhm. Kreid. form. pl. 8, fig. 13.

17. *Pecten aptiensis,* Leym. d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 432, fig. 1 à 5 (rare).

18. *Pecten Raulinianus*, d'Orb. Pal. franç. vol 3, pl. 433, fig 6 à 9 (abondant).

19. *Lima Rauliniana* d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 417, fig. 5 à 8;

20. *Nucula aff. obesa* d'Orb.

21. *Cyprina rostrata* Fitton in d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 271.

22. *Cyprina sp.?*

23. *Corbis.*

24. *Opis.*

25. *Pleurotomaria.*

26 *Cidaris vesiculosa* Goldf. Cotteau Echinides, pl. 1050, fig. 13.

La faune du Tourtia d'Aix est très curieuse ; elle peut être caractérisée par l'abondance et la variété du genre *Terebratella* ; c'est avec *Belemnites minimus* et *Ostrea haliotidea* le fossile le plus répandu.

Quelle est la position stratigraphique de ce Tourtia ? Nous allons chercher à résoudre cette question en passant rapidement en revue les espèces les plus intéressantes qu'il contient :

Belemnites minimus et *Belemnites attenuatus* ont toujours été trouvées soit dans le Gault supérieur, soit dans l'assise à *Ammonites inflatus*, base du Cénomanien (suivant M. Ch. Barrois *Belemnites minimus* caractérise cette dernière assise).

Plusieurs *Terebratelles* existent dans le Lower-green-sand ; ce sont : *Terebratella Fittoni*, *T. Davidsoni*; les autres sont connues dans le Sarrazin de Bellignies : *Terebratella Menardi*, *T. pectita*, ou dans le Tourtia de Montigny : *T. Beaumonti*.

Terebrirostra arduennensis que l'on trouve assez communément à Aix est signalée dans les Ardennes dans tout l'étage du Gault.

Parmi les *Terebratules*, citons *T. Tamarindus*, considérée comme aptienne et *Terebratula Nerviensis*, espèce du Sarrazin et du Tourtia de Tournai.

Les Lamellibranches sont également de plusieurs âges ; le genre *Ostrea* est représenté surtout par des formes cénomaniennes ; *Pecten Raulinianus* et *P. aptiensis* ne sont connus d'autre part que dans le Gault.

Cidaris vesiculosa est un oursin qui abonde dans tout le Cénomanien.

On le voit, il existe à Aix une faune absolument mélangée, composée en partie de fossiles du Gault et en partie d'espèces cénomaniennes ; toutefois l'abondance de la *Belemnites minimus*, qui est d'ordinaire cantonnée à la partie inférieure du terrain cénomanien, doit faire ranger le Tourtia d'Aix dans l'assise à *Ammonites inflatus*.

Mais le Tourtia d'Aix est intéressant à un autre point de vue : il a de grands rapports avec le Sarrazin de Bellignies ; comme lui il contient des formes de deux terrains différents ; de plus, les fossiles considérés comme caractéristiques du Sarrazin existent pour la plupart à Aix, avec les mêmes caractères : *Terebratella Menardi*, *Terebratella pectita*, *Terebratula Nerviensis*, *Ostrea haliotidea*, *Ostrea carinata*, *Cidaris vesiculosa* ; il y a identité absolue entre les formes du Sarrazin et celles du Tourtia d'Aix ; ainsi on retrouve dans cette dernière localité les *Ostrea carinata* et *O. haliotidea* étroites et très allongées, *Terebratula Nerviensis* de petite taille du Sarrazin de Bellignies.

Je considère ces deux formations comme synchroniques malgré les quelques différences qu'elles présentent dans leur faune, différences amenées sans doute par l'influence du milieu.

L'âge du Sarrazin a été fort discuté ; tandis que M. Ch. Barrois en faisait une formation inférieure au Tourtia de Montigny-sur-Roc, se rapprochant par sa faune de l'aptien de Blangy (1), MM. Dumont, Cornet et Briart le rangaient au dessus du Tourtia. (2)

M. Ch. Barrois faisait suivre sa description du Sarrazin des réflexions suivantes. « Je ne saurais décider toutefois à quel moment précis de la période comprise entre l'Aptien et le Cénomanien cette couche s'est déposée, ce fut plus vraisemblablement vers la fin de cette période (3) »

Or, si l'on accepte l'assimilation que je propose du Tourtia d'Aix-en-Gohelle au Sarrazin de Bellignies, celui-ci doit se ranger à la partie inférieure du terrain Cénomanien ; le Tourtia de Tournai lui est donc supérieur comme l'a écrit M. Ch. Barrois.

On trouvera plus loin, au sujet de la faune des sables verts supérieurs au Tourtia d'Aix, d'autres preuves à l'appui de cette assertion.

CÉNOMANIEN

Les différentes assises qui constituent l'étage Cénomanien sont toutes représentées dans l'Artois ; nous avons déjà indiqué quelle est leur composition ; il nous reste à dire quelques mots sur leur faune.

1° **Assise à Ammonites inflatus.** — On peut voir que l'assise à *Ammonites inflatus* est absente de toutes les coupes que j'ai données plus haut ; on doit il est vrai

(1) Ch. Barrois : Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. Ann. Soc. Géol. du Nord, T. V., p 346.

(2) Dumont : Mém. sur le terrain crétacé de la Belgique.
Cornet et Briart : Mém. sur le terrain crétacé du Hainaut.

(3) Ch. Barrois : *Op. cit* p. 347.

rapporter à cette zone le Tourtia d'Aix, mais il contient une faune tout à fait spéciale et on n'y trouve pas les espèces qui, dans l'Est du bassin de Paris, annoncent l'assise à *Ammonites inflatus*.

Cependant j'ai trouvé dans les sables verts à *Pecten asper* de Pernes, à l'état remanié, un certain nombre de fossiles en phosphate de chaux, qui me paraissent provenir de cette zone. Ce sont :

Ammonites aff. auritus
Pleurotomaria gaultina
Natica gaultina
Pecten Rhodani
Hinnites Studert
Spondylus capillatus
Arca glabra
Arca decussata

et d'autres espèces indéterminables.

Je crois donc que la zone à *Ammonites inflatus* s'est déposée dans l'Artois mais qu'elle a été complètement ravinée à l'époque du *Pecten asper*; quelques fossiles sont restés seuls comme témoins.

2° **Assise à Pecten asper.** — Dans les différentes coupes que je donne plus haut, la zone à *Pecten asper* est presque partout signalée ; elle se présente sous deux faciès bien distincts au point de vue paléontologique :

A. — *Faciès de Pernes* contenant une faune très pauvre ; les seuls fossiles que l'on trouve assez fréquemment sont des Lamellibranches monomyaires : fragments d'*Ostrea* et de *Pecten* ; les autres espèces que je signale sont très rares :

Macropoma Mantelli: Rebreuve.
Belemnites ultimus: Audincthun.
Belemnites sp. . : Dennebrœucq.

Terebratula Dutempleana : Pernes.
— *lacrymosa* = *T. ovata :* Pernes.
Rhynchonella Lamarckiana : Pernes.
— *Grasiana :* Pernes.
— *Mantelliana :* Rebreuve.
Ostrea carinata : Pernes, Dennebrœucq, Audincthun, Rebreuve.
— *Ricordeana* : Pernes, Febvin, Wandonnette, Audincthun, Dennebrœucq, Rebreuve.
— *phyllidiana* : Pernes, Febvin, Audincthun, Dennebrœucq.
— *haliotidea :* Pernes, Audincthun.
— *hippopodium* : Pernes, Dennebrœucq.
— *vesiculosa* : Pernes, Febvin, Wandonnette, Audincthun, Reclinghem, Dennebrœucq, Rebreuve.
— *lateralis* : Pernes, Febvin, Wandonnette, Audincthun, Reclinghem.
— *nummus* : Pernes, Febvin, Wandonnette, Audincthun, Rebreuve.
— *conica* : Audincthun.
— *columba* : Audincthun.
Pecten elongatus : Pernes, Audincthun, Reclinghem.
— *serratus* : Pernes.
— *asper* : Pernes, Rebreuve.
— *Galliennei* : Pernes, Rebreuve.
— *laminosus* : Pernes.
Avicula gryphœïdes : Pernes, Rebreuve.
Spondylus hystrix : Pernes.
— *striatus* : Pernes, Audincthun, Dennebrœucq.
Plicatula cretacea : Audincthun.
Inoceramus striatus : Pernes, Febvin, Audincthun
Cardium Mailleanum : Rebreuve.
Trigonia sp. (de très petite taille) : Rebreuve.
Panopœa ovalis : Pernes.
Turbinolia conulus : Pernes.
Micrabacia coronula : Pernes, Febvin.
Plocoscyphia labrosa : Pernes.
Spongiaires et *polypiers divers* : Pernes, Dennebrœucq, Rebreuve.
Bois : Audincthun.

Le *Pecten asper* ne se trouve qu'en fragments, d'ailleurs peu communs; c'est surtout l'abondance des huîtres du groupe de l'*Ostrea vesiculosa* qui caractérise cette assise.

Sous ce rapport les sables verts de Pernes ont une grande analogie avec les sables de la Hardoye des Ardennes [1]; ceux-ci contiennent tous les fossiles principaux des couches à *Ostrea vesiculosa* de l'Artois.

Ces sables existent presque partout au nord du Pas-de-Calais, surmontant les couches du Gault.

B. — *Faciès de Matringhem.* — Au contraire je n'ai observé le faciès de Matringhem que dans cette localité ; le *Pecten asper* est très abondant et accompagné de tout un cortège de Peignes et d'Huîtres existant d'habitude à ce niveau. Les sables de Matringhem contiennent en outre une petite faune très curieuse qui d'ordinaire ne se montre qu'à la partie supérieure du terrain Cénomanien, dans la zone à *Bel. plenus* : *Rhynchonella Martini*, *R. Grasiana*, *Magas Geinitzi*, *Cidaris Sorigneti*, *Cidaris velifera*, *Cidaris hirudo*, *Micrabacia coronula*, *Vermicularia umbonata* ; toutes ces espèces et particulièrement les oursins sont en prodigieuse quantité.

Voici la liste complète des fossiles de Matringhem :

Otodus appendiculatus, Agassiz.
Oxyrhina macrorhiza, Agassiz.
Lamna acuminata, Agassiz.
Lamna (vertèbre).
Pollicipes lævis, Fitton.
Terebratula depressa, Lamarck = *T. Nerviensis*, d'Arch.
Terebratulina aff. gracilis.
Rhynchonella Martini, Mantell.
— *Grasiana*, d'Orb.
— *compressa*, Lamarck.
Magas Geinitzi, Schlœnbach.
Ammonites varians, Sowerby.

(1) Ch. Barrois : *Op. cit.* page 325.

Scalaria
Trochus Marrotianus, d'Orb.
Ostrea vesiculosa
— *hippopodium*, Nilss.
— *canaliculata*, Nilss.
— *nummus* = *O. Normaniana* ? d'Orb.
— *haliotidea*, Lamarck
— *carinata*, Lamarck
— *Ricordeana*, d'Orb.
— *phyllidiana* = *O. diluviana*, Linné
Pecten asper, Lamarck
— *laminosus* = *P. orbicularis*, d'Orb.
— *subacutus*, Lamarck
— *hispidus*, Goldfuss
— *elongatus*, d'Orb.
— *serratus*, Nilss.
— *depressus*, Goldfuss
— *Galliennei*, d'Orb.
— *cenomanensis*, d'Orb.
Spondylus complanatus, d'Orb.
— *hystrix*, Goldfuss
Inoceramus striatus, Mantell.
— *aff. orbicularis*
Cidaris vesiculosa, Goldfuss
— *hirudo*, Sorignet
— *Sorigneti*, d'Orb.
— *velifera*, Bronn.
Pseudodiadema (radioles)
Astérie (osselets)
Micrabacia coronula, Edw. et Haime
Vermicularia umbonata, Sowerby
Heteropora dichotoma, Blainv.
Ventriculites sp.

3° **Assise à Ammonites laticlavius.** — C'est certainement parmi toutes les couches du terrain Cénomanien de l'Artois, celle qui a été le mieux étudiée ; aussi je me contenterai de donner le tableau des espèces que j'ai trouvées dans les différentes localités où elle affleure :

	Rebreuve	Pernes	Febvin-Fléchin	Audincthun	Dennebrœucq	Matringhem	Wandonnette
Macropoma Mantelli	+						
Otodus appendiculatus	+	+		+	+	+	
Oxyrhina	+				+		
Lamna				+		+	
Ammonites varians	+	+	+	+	+	+	+
id. Coupei	+	+	+		+		+
id. Mantelli	+	+	+	+			+
id. Prosperianus		+					
id. navicularis		+		+			
id. rothomagensis				+			
id. Gentoni					+		
Scaphites æqualis		+					
Turrilites tuberculatus		+			+		+
id. costatus		+	+			+	+
id. Morrisii		+					
Baculites baculoïdes		+					
Nantilus lævigatus	+	+		+	+		
id. radiatus		+	+	+			
id. Deslongchampsianus		+					
id Largillertianus		+					
Belemnites sp		+					
Terebratula sabinensis	+					+	
id. Dutempleana		+		+			+
id. depressa		+					
id. sp		+					
id semiglobosa		+					
Terebratulina striata		+		+			
Magas Geinitzi			+				
Kingena lima			+				
Rhynchonella Grasiana	+						
Pleurotomaria sp	+	+		+			
id. perspectiva		+					
id. Mailleana		+			+		
id. simplex		+					

	Rebreuve	Pernes	Febvin-Fléchin	Audincthun	Dennebrœucq	Matringhem	Wandonnette
Pleurotomaria formosa					+		
Turbo Angeloti	+						
id. sp		+					
Pterocera marginata					+		
id. sp.		+					
Avellana cassis	+	+		+		+	
Solarium		+					
Ostrea carinata	+	+	+	+	+		
id. Ricordeana	+	+	+	+	+		+
id. phyllidiana	+	+		+	+	+	+
id. nummus	+	+	+	+		+	
id. lateralis	+	+	+	+		+	
id. haliotidea	+						
id. conica	+				+		
id. vesiculosa	+	+	+				
id. hippopodium		+	+	+			
id. pectinata		+					
Pecten elongatus	+						
id. Puzosianus	+						
id. hispidus	+			+		+	
id depressus	+				+		
id. subacutus	+			+			
id. laminosus			+				
Spondylus striatus	+	+		+		+	
Plicatula cretacea	+	+	+	+		+	+
Lima globosa	+						
id. ornata		+					
Janira quadricostata	+						
Inoceramus orbicularis	+	+	+	+			
id. virgatus		+					
id. striatus	+	+		+	+	+	
Arca Ligeriensis		+	+				
id. Mailleana		+			+		
Cardium Mailleanum		+					

	Rebreuve	Pernes	Febvin-Fléchin	Audinethun	Dennebrœucq	Matringhem	Wandonnette
Cyprina quadrata		+					
Lyonsia carinifera		+					
Isocardia sp				+			
Venus plana		+					
Epiaster crassissimus	+						
Holaster subglobosus		+					
id. suborbicularis		+					
id. sp.		+					
Cidaris vesiculosa						+	
Vermicularia concava	+						
Dentalium sp		+					
Serpula tuba			+				
id. sp		+					

4° **Assise à Holaster subglobosus.** — La partie inférieure de cette assise se montre seule dans les exploitations de phosphate de chaux du Pas-de-Calais ; elle contient en abondance l'*Holaster subglobosus* à quelques mètres au-dessus de la zone à *Ammonites laticlavius*, là où la glauconie commence à disparaître.

Je n'ai observé la partie supérieure de l'assise à *H. subglobosus* qu'en quelques points : au nord d'Houdain elle est à l'état de marne crayeuse avec *Rhynchonella Mantelliana*, *R. Grasiana*, *Kingena lima*, *Plocoscyphia meandrina*. A Pernes, sur la route de Bailleul-lez-Pernes, on trouve une craie marneuse contenant *Holaster trecensis*, *Inoceramus virgatus*, *F. orbicularis* et que j'apporte à cette zone.

Enfin, près de Fauquembergue, au pied de l'escarpement

qui supporte l'église, j'ai recueilli dans une marne grise : *Rhynchonella Mantelliana, Rh. Martini, Terebratula semiglobosa.*

J'ai trouvé les espèces suivantes dans la craie à *Holaster subglobosus*, la plupart proviennent de la partie inférieure de cette assise :

Otodus : Wandonnette.
Belemnites plenus : Rebreuve.
Nautilus lævigatus : Rebreuve, Dennebrœucq, Wandonnette.
Ammonites varians : Pernes, Wandonnette.
— *Coupei* : Rebreuve.
— *rothomagensis* : Pernes.
Scaphites æqualis : Rebreuve, Wandonnette.
Terebratula semiglobosa : Pernes, Rebreuve.
Terebratulina striata : Pernes.
Rhynchonella Grasiana : Rebreuve, Fauquembergue.
— *Mantelliana* : Pernes, Rebreuve, Fauquembergue, Wandonnette.
— *Martini* : Pernes, Fauquembergue.
Kingena lima : Pernes, Rebreuve.
Ostrea leteralis : Pernes, Rebreuve.
— *phyllidiana* : Pernes.
— *hippopodium* : Pernes.
Pecten depressus : Pernes, Rebreuve.
Plicatula cretacea : Pernes.
Lima globosa : Pernes, Rebreuve.
Inoceramus virgatus : Rebreuve.
— *striatus* : Rebreuve.
— *orbicularis* : Pernes.
— sp : Fauquembergue.
Pholadomya : Pernes.
Holaster subglobosus : Pernes, Rebreuve (abondant)
— *carinatus* : Rebreuve.
— *trecensis* : Pernes.
Cidaris vesiculosa : Wandonnette.
Vermicularia convaca : Rebreuve.

5° Sables verts à Terebratula tornacensis d'Aix-en-Gohelle. – Nous avons déjà signalé à Aix la présence d'un Tourtia de l'âge du Sarrazin de Bellignies ; il est surmonté par des sables (voir la coupe) qui contiennent une faune tout aussi curieuse ; entre les deux terrains on voit très nettement une surface ondulée indiquant un ravinement ; aussi les espèces des sables diffèrent complètement de celles du Tourtia.

Tandis que dans le Tourtia d'Aix la recherche des fossiles ne donne que peu de résultats on peut dans les sables les trouver assez facilement ; certaines espèces sont surtout abondants : *Terebratula tornacensis*, *Terebratula capillata*, *Terebratula Boubei* et plusieurs formes d'huîtres.

Voici la liste des espèces que j'y ai reconnues :

*1. *Otodus appendiculatus*, Ag. Recherches sur les Poissons fossiles, vol. 3, pl. 32.

2. *Oxyrhina* sp.

3. *Ammonites* (fragment indéterminable).

*4. *Nautilus radiatus*, Sow. in d'Orb. Pal. franç Terr. crét. céphal., vol. 1, pl. 14.

5. *Belemnites plenus*, Bl. Sharpe Cret. Cephal., pl. 1, fig. 14.

*6. *Terebratula tornacensis*, d'Archiac Foss. du Tourtia, Mém. Soc. Géol. de France. 2e série, t. 2, pl. XVIII, fig. 3.

*7. *Terebratula tornacensis*, (var. A. et B) d'Arch. Foss. du Tourtia, pl. XVIII, fig. 4 et 5.

*8. *Terebratula Nerviensis* d'Archiac Foss. du Tourtia, pl. XVII, fig. 2 à 10

9. *Terebratula* nov. sp (caractéristique de la zone à *Belemnites plenus* de Tournai).

Cette coquille répandue abondamment dans la marne supérieure au Tourtia, à Tournai, est facilement reconnaissable à son crochet recourbé fortement vers la valve supérieure, à sa forme très bombée.

*10. *Terebratula Robertoni*, d'Archiac Foss. du Tourtia, pl. XVIII, fig. 2.

*11 *Terebratula capillata* (var A) d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XX, fig. 2.

12 *Terebratula sabinensis*. = *T. obesa*, d'Orb. non Sowerby

*13 *Terebratula crassa*, d'Archiac. Fossiles du Tourtia, pl. XVIII, fig. 8.

*14 *Terebratula Boubei*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XIX, fig. 11.

*15 *Terebratula Roissyi*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XIX, fig. 4.

*16 *Terebratula arenosa*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXI, fig. 1.

17 *Terebratulina striata*, var. de grande taille à côtes plus fortes que celles de la *T. striata* figurée par d'Orbigny ; ouverture large.

18 *Kingena lima*, Defr. d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. Brachiopodes, vol. 4, pl. 512, fig. 1 à 5.

*19 *Rhynchonella Denoyersi*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXII, fig. 2.

*20 *Rhynchonella latissima*, Sow. d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXI, fig. 7.

*21 *Trochus Leymeriei*, d'Archiac, Rapport sur les fossiles du Tourtia, pl. XXIII, fig. 1

*22 *Solarium Thirrianum*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXII, fig. 7.

*23 *Turbo Mulleti*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXIII, fig. 9.

*24 *Turritella Neptuni*, Goldfuss, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XXV, fig. 2.

25 *Ostrea carinata*, Lam. d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, pl. 474.

26 *Ostrea phyllidiana* = *O. diluviana*, Linné, d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. vol. 3, pl. 480.

27 *Ostrea canaliculata* = *O. lateralis*, Nilss. Reuss. pl. 27, fig. 38.

28 *Ostrea nummus* — *O. Normaniana* ? d'Orb. vol 3, pl. 488.

*29 *Ostrea haliotidea*, Lam. d'Orb. Pal. franç vol. 3, pl. 478.

30 *Pecten hispidus*, Goldfuss, Petr. Germ. pl. 94, fig. 4.

*31 *Pecten subacutus*, Lam. d'Orb. vol. 3, pl. 435, fig. 5 à 10.

*32 *Pecten olongatus*, d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 436, fig. 1 à 4.

33 *Spondylus striatus*, Goldf. Petr. Germ. pl 106, fig. 5.

34 *Spondylus hystrix*, d'Orb. Pal. franç. vol. 3, pl. 429.

35 *Spondylus* sp? (de très petite taille)

36 *Inoceramus aff orbicularis.*

37 *Arca aff Ligeriensis.*

*38 *Astarte cyprinoïdes*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XIV, fig. 5.

*39 *Cardium hypericum*, d'Archiac, Fossiles du Tourtia, pl. XIV, fig. 9.

40 *Turbinolia.*

Comme nous l'avons vu, le Tourtia d'Aix est caractérisé par la présence du genre *Terebratella*; les sables verts supérieurs contiennent aussi en abondance un Brachiopode le genre *Terebratula*, représenté par de nombreuses espèces.

On peut diviser en 3 groupes les fossiles des sables d'Aix :

Le premier contenant une bonne moitié des espèces énumérées plus haut est indiqué sur la liste par une *, placée devant chacune de ces espèces ; il est composé de formes qui, à Tournai et à Montigny-sur-Roc caractérisent d'une façon absolue le Tourtia. Presque toutes les Térébratules de Tournai se retrouvent à Aix et sont accompagnées de plusieurs des Gastéropodes qui, à eux seuls, suffiraient pour faire reconnaître le Tourtia de Tournai.

Le second groupe ne contient que quelques espèces : *Belemnites plenus*, *Terebratula* nov. sp. (abondante à Tournai), *Terebratula sabinensis*, c'est-à-dire des fossiles de l'assise à *Belemnites plenus*.

Le troisième groupe ne nous montre plus que des formes peu intéressantes, existant dans tout l'étage Cénomanien; elles sont d'ailleurs en petit nombre.

L'association de quelques fossiles de la zone à *Belemnites plenus* avec la faune de Tournai nous montre d'une façon évidente que le Tourtia de Montigny, s'il n'appartient pas à la partie tout à fait supérieure du terrain Cénomanien, ne peut que se ranger au sommet de l'assise à *Holaster subglobosus*, dont il représente un faciès littoral.

A Tournai, M. Cayeux a montré qu'on trouvait encore dans la marne à *Belemnites plenus* de nombreuses espèces du Tourtia (1) ; il faut ajouter que suivant M. Cayeux ces espèces sont remaniées.

Nous devons tirer une seconde conclusion de l'examen

(1) Cayeux : Ann. Soc. Géol. du Nord, Tome XVI page 153.

de la faune d'Aix : les sables verts correspondent au Tourtia de Tournai ; celui-ci est par conséquent plus récent que celui de Bellignies.

Dans un sondage exécuté à Liévin, à quelques kilomètres au nord d'Aix, on avait rencontré à la base des terrains crétacés une couche d'argile contenant (1) :

Terebratula biplicata
— *lima*
Terebratella Menardi
— *pectita*
Gastrochœna
Nucula
Janira quinquecostata var. minima
Pecten membranaceus
— *acuminatus*
Pecten elongatus
— *subacutus*
— *subinterstriatus*
— *serratus*
Spondylus striatus
Ostrea carinata
— *hippopodium*
— *lateralis*
— *haliotidea*
Frondicularia

Les échantillons des deux couches, vu le peu d'épaisseur de chacune d'elles, ont certainement été réunis, ce qui explique le mélange apparent des deux faunes ; aussi M. Ch. Barrois a hésité à donner au Tourtia de Liévin l'âge du Sarrazin de Bellignies plutôt que celui du Tourtia de Montigny-sur-Roc. (2)

6° **Assise à Belemnites plenus**. — Je ne connais la marne à *Belemnites plenus* bien caractérisée qu'en un seul point, aux environs de Fauquembergue ; elle forme en partie la colline qui surmonte le village dans la direction de l'est et contient à la base *Belemnites plenus* ; on la retrouve dans un ravin à gauche de la route de Fruges et à « Bout-de-la-Ville » dans une carrière.

(1) Ch. Barrois : Ann. Soc. Géol. du Nord, Tome V, page 319 et Tome II, page 63.
(2) Ann. Soc. Géol. du Nord, Tome II, p. 63.

On voit près de la halte de la Comté dans une tranchée une marne grise avec *Inoceramus labiatus* à la partie supérieure et en bas : *Rhynchonella Mantelliana*, *R. Martini* : c'est sans doute l'assise à *Belemnites plenus*.

Enfin tout dernièrement, M. Pontier, professeur à Elnes près Lumbres, a signalé la présence de la *Belemnites plenus* à la partie inférieure des carrières à ciment de Lumbres, ouvertes dans l'assise à *Inoceramus labiatus ;* sur quelques-uns des échantillons envoyés par M. Pontier j'ai remarqué des traces d'usure bien apparentes, analogues à celles que l'on voit sur les Belemnites du cap Blanc-Nez.

Les fossiles de la zone à *B. plenus* sont peu abondants; ce sont :

Belemnites plenus.....	Fauquembergue, Lumbres.
Nautilus sublœvigatus ...	Aix-Noulette.
Rhynchonella Mantelliana	Fauquembergue, Rebreuve, La Comté, Lumbres.
Id. Martini.....	Fauquembergue, La Comté.
Inoceramus labiatus.....	Fauquembergue.

Conclusions. — 1° Nous avons constaté le long de l'axe de l'Artois la présence de couches de phosphate de chaux d'âges différents : dans la vallée de la Lys on voit parfois 3 lits de nodules superposés (Matringhem) : le 1er appartient à l'Aptien, le 2me à la zone à *Pecten asper*, le 3e à l'assise à *Ammonites laticlavius* ; le plus souvent il n'existe que 2 de ces lits : le 1er et le 3me à Dennebrœucq, etc , les deux derniers à Pernes, Rebreuve; enfin à Aix la couche de phosphate de chaux appartient à la partie supérieure de la zone à *Holaster subglobosus* (Tourtia de Tournai).

2° La mer du Gault s'est étendue sur le nord de l'Artois : elle a déposée vers l'ouest des sables contenant la faune du terrain Aptien (vallée de la Lys), à l'est une argile avec

fossiles du Gault moyen (Rebreuve, Pernes) ou supérieur (Aix-en-Gohelle).

3° L'assise à *Ammonites inflatus* contient à Aix la faune du Sarrazin de Bellignies ; elle est surmontée de sables correspondant au Tourtia de Tournai.

Ceci nous donne l'âge de deux formations dont la position stratigraphique n'était pas bien établie.

4° Le peu d'analogie que présentent les sédiments du crétacé inférieur du nord de l'Artois avec ceux du Boulonnais est une nouvelle preuve de l'indépendance de ces deux régions (1) : au commencement de l'époque crétacée l'axe de l'Artois constituait une île allongée de l'est à l'ouest qui s'enfonça ensuite peu à peu sous les eaux de la mer cénomanienne.

Notes sur la nature et le gisement du

Phosphate de Chaux naturel

dans les Départements du Tarn-et Garonne et du Tarn.

par M. **Charles Helson** (2),

Le haut intérêt que présentent les phosphates et la facilité avec laquelle ils peuvent rester méconnus dans certains terrains m'engagent à donner ici le résultat de quelques observations, tendant à préciser, autant qu'il est possible, leurs gisements en m'appuyant sur les exploitations actuelles et sur les découvertes les plus récentes.

Phosphates de chaux au point de vue Géologique. — Le phosphate de chaux se trouve réparti dans la nature, dans les conditions les plus diverses.

---

(1) Parent : Ann. Soc. Géol, du Nord. Tome XXI, p. 83. Le Wealdien du Bas-Boulonnais.

(2) Lues dans la séance du 21 décembre 1892.

Il existe en veinules ou en petits filons dans des terrains anciens, dans le granite, dans les micachistes, dans les schistes talqueux et chloritiques.

Il se présente en rognons à texture terreuse, plus ou moins colorés en noir par des matières charbonneuses, dans les argiles du Lias, et en nodules ou en rognons d'une couleur grise ou ocreuse dans les terrains crétacés. La plupart d'entre eux sont considérés comme des Coprolites ; ils renferment alors de l'acide phosphorique et de la chaux dans une proportion certainement différente de celle que nous décrirons plus tard (leur composition est analogue à celle du phosphate de chaux des os).

Dans les gisements des terrains anciens, le phosphate de chaux se présente rarement en cristaux, il se présente plus ordinairement avec la texture cristalline et quelquefois avec la texture concretionnée ou compacte.

Dans le département de Tarn-et-Garonne, il se présente, comme nous l'expliquerons plus loin; dans la partie supérieure de la formation jurassique, dans les argiles qui renferment des minerais de fer en grains.

En résumé, et d'après les faits acquis jusqu'à ce jour sur les gisements de phosphate de chaux, nous pouvons affirmer qu'on les trouve :

1° Dans les terrains stratifiés suivants :
Dans les terrains tertiaires ;
Dans l'argile plastique ;
Dans les couches du gault ;
Dans le terrain jurassique ;
Dans le Trias ;
Dans le terrain houiller ;
Dans le calcaire dévonien ;
Dans le silurien ;
Dans les gneiss ;

en faisant remarquer que le phosphate de chaux du terrain crétacé est très souvent mélangé de phosphate de peroxyde de fer.

2° Dans les roches éruptives;

3° Dans les filons métallifères ou amas d'origine analogue.

Phosphates de chaux au point de vue minéralogique. — La chaux phosphatée, en minéralogie, porte différents noms; ceux les plus en usage sont les suivants :

Apatite — chaux phosphatée ou phosphorée — Moroxite — Asparagolite ou pierre d'asperge — Phosphorite — Terre de Marmarosch Beril de Saxe — Agustite — Chysolithe.

L'Apatite ou chaux phosphatée cristallise dans le système hexagonal avec des clivages parallèles à la forme primitive, dont un plus facile parallèle à la base du prisme; sa cassure est inégale, conchoïdale, rarement lamelleuse, généralement unie et brillante. Elle raie mal le verre, elle est souvent phosphorescente, surtout en poussière sur des charbons ardents.

L'Apatite est infusible. Dans les acides, elle est soluble sans effervescence et sans résidu.

Les colorations de l'Apatite sont très variées : limpide, blanchâtre, grise, jaune verdâtre, orangée, rouge de chair, bleue, vert grisâtre, vert obscur, brunâtre.

Les minéraux qui accompagnent ordinairement la chaux phosphatée, sont la chaux fluatée, la silice fluatée aluminieuse, le quartz, le grenat, l'amphibole, le pyroxène, le mica, le talc, le feldspath, l'étain oxydé, le titane et les fers oxydulés, etc.

La chaux phosphatée quartzifère est rouge de chair, d'un gris sale nuancé de violet.

Dans certains échantillons du Tarn-et Garonne, l'éclat est

résineux ; et dans d'autres, il semble que les cristaux aient été soumis à l'action d'un dissolvant qui a arrondi les faces et les a recouvertes d'une sorte d'enduit gommeux ; — quelquefois même cette apparence est poussée à un tel point que les cristaux de phosphate de chaux apparaissent comme des globules gommeuses généralement d'une couleur vert asperge, disséminés dans une gangue le plus ordinairement talqueuse.

Dans certains gisements, on trouve aussi l'Apatite à l'état terreux, assez anologue à quelques silicates, mais assez facile à reconnaître à sa dureté ; — elle est impure de coloration, ses masses se reconnaissent toujours à leur infusibilité et à leur solubilité dans les acides.

Phosphates de chaux au point de vue Chimique. — Le phosphate de chaux qui se trouve réparti dans la nature, dans les conditions les plus diverses, paraît se rapporter à la formule $Ph\,O^5 + C\,A\,O$; c'est-à-dire un composé d'acide phosphorique et de chaux dans les proportions indiquées par la formule ; mais le phosphate ainsi composé est toujours intimement mélangé, peut-être même chimiquemens combiné avec du chlorure et avec du fluorure de calcium.

Plusieurs minéralogistes admettent une proportion nettement définie entre le phosphate et le chlorure ou le fluorure paraissant se rapprocher de la composition suivante :

Chaux	49.65
Acide phosphorique	41.48
Chlore	2.71
Fluor	2.21
Calcium	3.95
	100.00

Nous ferons remarquer que généralement les chimiste ne tiennent pas compte du chlore ni du fluor et se bornen

à constater que ces corps ne se trouvent pas en quantités dosales et que les échantillons peuvent n'en renfermer que des traces.

Nous donnerons donc comme composition ordinaire des phosphates de chaux la suivante :

Phosphate de chaux	Acide phosphorique . .	18.00
	Chaux	19.10
Carbonate de chaux	Acide carbonique . . .	25.30
	Chaux	30.90
Quartz et argile inattaqués.		4.20
Alumine soluble dans les acides		0.70
Oxyde de fer.		0.55
Eau		0.50
		99.25

Du phosphate de chaux des os. — Nous venons de parler du phosphate naturel, il nous reste à examiner maintenant le phosphate de chaux provenant des os.

L'origine animale de ce phosphate est maintenant à peu près hors de doute, et il diffère entièrement sous ce rapport, par sa dureté comme par son aspect, du phosphate existant en veinules dans les terrains anciens.

Il est mélangé assez intimement avec de l'argile, de l'oxyde de fer, du carbonate de chaux et dans quelques localités avec des matières organiques.

Le phosphate de chaux entre pour une proportion considérable dans la composition des os des animaux, dans celle d'un grand nombre de coquilles, et de substances organisées ou organiques.

Les végétaux même contiennent tous ou presque tous du phosphore.

Emploi du phosphate de chaux en Agriculture. — Parmi les engrais les plus efficaces, nous pouvons citer le phosphate de chaux employé en agriculture comme la matière capable de fournir aux plantes le phosphore dont elles ont besoin pour se développer.

L'étude des phénomènes de la végétation et toutes les questions qui se rattachent à l'agriculture, présentent un intérêt considérable.

Bien que cette étude constitue à elle seule toute une science spéciale, à laquelle beaucoup de chimistes se sont consacrés, je ne puis passer sous silence qu'elle est aussi du ressort de la minéralogie et par conséquent de l'ingénieur qui s'occupe des mines, puisque tous les végétaux renferment non-seulement des substances organiques, mais aussi des matières minérales.

Les substances minérales proviennent du sol; elles doivent être en dissolution dans l'eau pour être absorbées par les racines On ne doit pas perdre de vue cette remarque, lorsqu'on cherche à reconnaître si un sol déterminé est propre à la culture d'une plante donnée ; car en analysant les centres d'un grand nombre de plantes de cette espèce, qui ont acquis leur développement normal dans des terrains différents, on arrive à désigner approximativement les substances minérales que le sol doit leur fournir et par conséquent à en tirer des conclusions utiles à l'agriculture ; — c'est ainsi que l'on est arrivé à propager l'emploi des produits chimiques comme amendements et engrais.

Jusqu'à ces dernières années, on a employé le phosphate de chaux sous deux formes principales : — à l'état de phosphate acide ou superphosphate et à celui de poudre d'os, de noir de raffineries et de nodules qui ne sont que des variations du même type.

On avait essayé (mais sans succès) de se servir des os

non calcinés; leur désagrégation est trop lente pour qu'ils puissent avoir une action utile sur la végétation. On emploie toujours les os calcinés réduits en sable fin par pulvérisation. La matière organique est complètement détruite par la calcination, ce qui fait perdre une très forte proportion d'azote qu'il y aurait intérêt à utiliser.

Le phosphate de chaux s'emploie depuis de longues années avec un succès toujours croissant pour l'amendement et la fertilisation de la terre.

Son usage est aujourd'hui constant et rivalise heureusement avec le guano d'Amérique plus difficilement applicable à tous les genres d'agriculture par l'élévation extrême de son prix de revient. L'Angleterre en fait une plus grande consommation que la France, car c'est l'engrais qui convient le mieux à son sol humide qu'un soleil affaibli n'échauffe que rarement.

D'après les statistiques et au dire des hommes spéciaux, la consommation des engrais phosphatés augmente chaque année progressivement, aussi quelle que soit l'importance des carrières découvertes, presque journellement et celle des produits phosphatés qui en résultent, les demandes dépassent de beaucoup la production.

De l'avis des économistes compétents en cette matière les quantités consommées actuellement, paraîtront dans quelques années très minimes, et sans aucun doute, seront dépassées dans des proportions immenses. On peut donc conclure de ce qui précède que la découverte de nouveaux gisements de phosphates de chaux intéresse au plus haut point l'agriculture et que la possession des carrières, ainsi que la concession des terrains qui les contiennent, constituent une des propriétés les plus importantes et les plus productives qu'on puisse exploiter.

C'est en obéissant à ces considérations que j'ai été chargé

CLICHÉ DE M. LEPRÊTRE PHOT. DELSART, VALENCIENNES

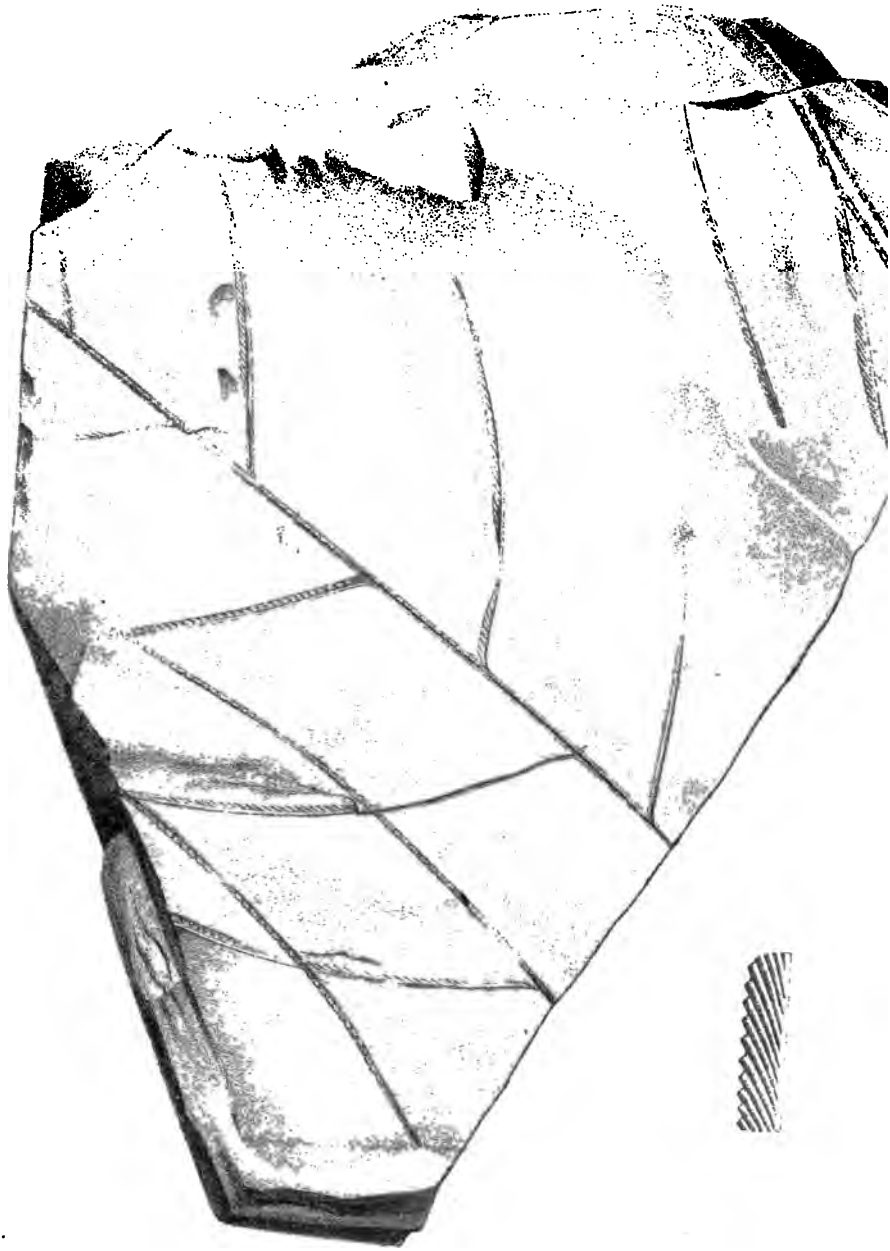
LE CAILLOU-QUI-BIQUE

ROUVILLIGRAPTUS RICHARDSONI.

ROUVILLIGRAPTUS RICHARDSONI
DE CABRIÈRES

BERNARD.

Phototypie J. Royer, Nancy.



ROUVILLIGRAPTUS RICHARDSONI.

Rogghé lith.

d'étudier la région du Tarn et du Tarn-et-Garonne avoisinant les carrières découvertes dans le Lot. Quelques années auparavant mon étude s'est particulièrement concentrée sur une partie des deux départements énoncés plus haut.

Découverte du phosphate de chaux naturel dans le Tarn-et-Garonne. — C'est à M. Poumarède que l'on doit la découverte du premier de ces gisements de phosphate de chaux, celui des environs de Caylus.

Des échantillons de phosphate de chaux, qui ont été analysés dans le laboratoire de l'école des Mines, ont donné:

32.62 p. °/₀ d'acide phosphorique correspondant à 70.64 de phosphate de chaux tribasique ; le reste était de l'argile ocreuse et du calcaire.

Cette première découverte remonte à 1862.

Frappé de l'aspect de certaines pierres blanchâtres, qu'il avait rencontrées sur le plateau du calcaire jurassique, dominant la petite ville de Caylus, il soupçonna qu'elles pouvaient ne pas consister en carbonate de chaux ; en effet, l'examen qu'il en fit lui apprit qu'elles se composaient presque entièrement de phosphate de chaux.

Il cherchait à tirer parti de ce fait, lorsque la mort vint le frapper.

Ce ne fut qu'au mois de décembre 1870 que la découverte fut réellement mise à profit. Dès cette époque, M. Ernest Jaille, d'Agen et M. Maurice Poumarède firent extraire du phosphate et se mirent à la recherche d'autres gites.

Bientôt, malgré la ressemblance qu'elle présente, dans cette contrée, avec diverses variétés communes de celle concrétionnée, la chaux phosphatée fut reconnue sur divers points du département du Tarn-et-Garonne.

Des explorateurs dépourvus de notions minéralogiques, simplement guidés par l'aspect de la pierre, qu'ils avaient

observée attentivement, en se bornant à examiner les pierres éparses à la surface du sol et les murs qu'on élève au milieu des champs, arrivèrent cependant à distinguer, sur différents points, la nature du sous sol qui se trahissait par ces indices.

Situation topographique des principaux gisements de phosphate de chaux du Tarn et du Tarn-et-Garonne. — Les principaux gisements de phosphate de chaux, reconnus aujourd'hui dans les deux départements que nous venons de citer, se trouvent dans les environs de Bruniquel, Saint-Antonin, Caussade et Caylus, et notamment à la Mandine, Servenac, Lasalle, Lavaurette, Mouillac (Tarn-et-Garonne) et à Montcéré, commune de Penne, département du Tarn ; — Ces dernières exploitations sont situées sur la rive droite de l'Aveyron et au Nord des anciennes Forges de Bruniquel.

L'exploitation sérieuse des phosphates n'a commencé réellement qu'en 1870, par les soins d'une société industrielle qui s'est aussitôt constituée sous le titre de *Compagnie des phosphates du midi*. Depuis, et par suite de spéculations effrénées, une fois la découverte connue, on a vu arriver dans les cantons de Caylus, de Caussade et de Saint-Antonin des explorateurs étrangers, tels que les Anglais et les Belges ; mais si les propriétaires de certains phosphates ont réussi à se faire une fortune en cédant le droit d'exploiter le phosphate contenu dans leurs terrains, et ce, à des prix exagérés, les extracteurs n'ont pas toujours réussi, malgré le prix élevé du phosphate de chaux une fois préparé, le bénéfice et la réussite étant restés à ceux-là seuls qui exploitent et livrent la matière toute préparée, c'est-à-dire aux fabricants d'engrais eux-mêmes.

C'est ce qui explique aujourd'hui, le peu d'animation et d'entrain qui existent dans les divers chantiers des carrières que nous avons parcouru et dont plusieurs impor-

tants ont été arrêtés, soit par suite de procès entre le propriétaire et les exploitants, à cause de la redevance, soit parce qu'après le délai de concession expiré, le propriétaire n'ait pas voulu renouveler les contrats, soit encore par défaut d'organisation des chantiers, ou en l'absence de tout mode d'exploitation. Le prix de revient du phosphate extrait se trouvait grevé, non seulement d'une forte redevance au mètre cube donnée au propriétaire, mais encore de faux frais tels que, déblaiement d'anciennes carrières, fausses manœuvres des déblais, transport onéreux du lieu d'extraction aux gares de chemins de fer, etc. Nous avons pu constater qu'à part de rares exceptions, l'exploitant de phosphate de chaux dans le Tarn-et-Garonne, s'il n'est pas lui-même fabricant d'engrais ne peut faire qu'un mince bénéfice, cela tient à deux causes principales que nous allons examiner : d'abord dans le mode de formation des phosphates dans les terrains jurassiques et ensuite dans le mode de redevance aux propriétaires des terrains phosphatés.

Redevances aux Propriétaires. — Les concessions en question ne sont grevées que d'une seule charge, celle de la redevance à payer aux propriétaires du sol. Cette redevance, sorte de loyer payé à forfait pour l'usage du terrain, a été fixée d'un commun accord entre les propriétaires et les contractants, et varie d'après les conditions mêmes que ces derniers ont pu arrêter avec eux. Elle s'élève à 25 francs par tonne de minerai extrait à l'égard de quelques-uns, à 20 francs à l'égard de certains autres, à 12 et 10 francs pour d'autres encore. En prenant une moyenne, exacte on peut dire que cette redevance est à peu près de 17 francs par tonne de minerai extrait.

Mais cette redevance moyenne de 17 francs n'est due aux propriétaires du sol qu'autant que le minerai extrait contient

au minimum 70 °/₀ de Phosphate tribasique, ou pourparler commercialement, 70 degrés.

Au dessous de cette proportion, la redevance n'est plus due et est remplacée, facultativement, pour l'exploitant qui a toujours le droit de renoncer au minerai extrait, par une indemnité variant de 5 à 6 francs.

Une indemnité est encore stipulée au profit des propriétaires du sol pour le cas de destruction des arbres ou des murs et clôtures, mais cette stipulation n'a que des conséquences insignifiantes, eu égard à la pauvreté et à la nudité du sol sur lequel sont établies les concessions.

La durée des concessions est fixée en moyenne à 10 ans, par suite des accords intervenus entre les propriétaires du sol et les cessionnaires du droit d'extraction. Mais cette durée peut être étendue dans les mêmes conditions de redevances, par une nouvelle entente avec les mêmes propriétaires.

ANALYSES DIVERSES

de Phosphates de chaux

1re QUALITÉ

Analyse du Professeur ALFRED SIBSON, F.C.S.
1re Qualité. Phosphate en Roche.

Humidité	2.14	
Acide phosphorique*	35.10	
Chaux	45.78	
Acide Carbonique	2.59	
Matières insolubles et pertes	11.39	
*Egal à 76.62 °/₀ de phosphate tribasique		100

Analyse de M. LHOTE, Chimiste au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris.
1re Qualité. Phosphate en Filon.

Humidité	9.63	
Sable, Silice	7.65	
Alumine, Oxyde de fer, Acide Carb	3.97	
Chaux	46.25	
Acide Phosphorique*	32.50	
*Egal à 71.55 % phosphate tribasique		100

Analyse de M. BOBIERRE, Chimiste à Nantes
1re Qualité. Phosphate en Roche.

Chaux	52.10	
Eau	5.20	
Acide carbonique et pertes	2.50	
Allumine, Fer	90	
Acide Phosphorique*	39.30	
*Égal à 85.72 % de Phosphate tribasique		100

Analyse du Professeur ALFRED SIBSON, F.C.S.
1re Qualité.

Humidité	3.21	
Acide Phosphorique*	35.90	
Chaux	48.73	
Acide Carbonique	2.80	
Oxyde de fer	1 24	
Alumine	traces	
Magnésie, Alcalie, etc	4.62	
Matières Insolubles	3.50	
*Égal à 78.36 % de Phosphate tribasique		100

Analyse du Professeur ALFRED SIBSON, F.C.S.
1re Qualité.

Humidité	2.06
Acide Phosphorique*	36.80
Chaux	50.96

Acide Carbonique	3.11	
Oxyde de fer	1.46	
Alumine	traces	
Magnésie, Alcalie, etc.	3.10	
Matières Insolubles	2.51	
*Égal à 80.34 % du phosphate tribasique		100

Analyse du Professeur ALFRED SIBSON, F.C.S.
1re Qualité.

Humidité	1.67	
Acide Phosphorique*	37.10	
Chaux	51.43	
Acide Carbonique	3.90	
Oxyde de fer	1.36	
Alumine	traces	
Magnésie, Alcalie, etc.	1.98	
Matières Insolubles	2.56	
*Égal à 80.99 % de phosphate tribasique		100

2me QUALITÉ
Analyse de M. MARET, Chimiste au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris.
[2e Qualité. Nodules divers.

Chaux	43.82	
Alumine, Oxyde de fer, pertes	7.96	
Silice, Sable, Fer	7.15	
Humidité	9.10	
Acide Phosphorique*	31.97	
*Égal à 69.79 % de Phosphate tribasique		100

Analyse du Professeur ALFRED SIBSON, F.C.S.
2e Qualité. Phosphate en poudre.

Humidité	3.14	
Acide Phosphorique*	28.60	
Chaux	40.22	
Acide Carbonique	2.94	
Matières Insolubles	14.32	
Autres matières non déterminées	10.78	
*Égal à 62.43 % de phosphate tribasique		100

Analyse faite à Paris.
2e Qualité.

Eau	4.55	
Sable, Silice	9.45	
Alumine, Oxyde de fer, Acide Carbonique	17.90	
Chaux	38.25	
Acide Phosphorique*	29.85	
*Égal à 65.17 o/o de Phosphate tribasique		100

Analyse de M. LOTHE, Chimiste au Conservatoire des Arts et Métiers à Paris.
2e Qualité. Terre Phosphatée.

Eau	8.90	
Sable ferrugineux	21.87	
Alumine, Oxyde	5.16	
Chaux	37.47	
Acide Phosphorique*	26.60	
*Égal à 58.07 o/o de Phosphate tribasique		100

Mode de formation des phosphates du Tarn et du Tarn-et-Garonne. — Sans décrire toutes les carrières de phosphates, que nous avons parcouru dans ces deux départements, nous dirons que nous avons trouvé, dans toutes, le mode de formation suivant :

Les gîtes dont il s'agit se présentent à la surface des plateaux jurassiques, qui occupent une place considérable dans cette région de la France, et qui se dessinent d'une manière très pittoresque dans les fissures à pentes abruptes où coule le Lot, de même que l'Aveyron et le Tarn le font dans le voisinage. Les environs de Caylus et de Bruniquel sont désignés sur la carte géologique de la France comme appartenant à l'étage oolithique moyen ; — l'altitude de ces plateaux est de 320 à 380 mètres.

La chaux phosphatée appartient ici à des variétés dépourvues de cristallisation, le plus ordinairement elle est

blanchâtre et pâle, quelquefois aussi colorée en gris, en jaune et en rouge.

Elle offre fréquemment, comme les échantillons que nous avons recueillis dans nos visites, une structure concrétionnée très caractéristique. Parfois ce sont des formes mamelonnées à couches concentriques, en d'autres points, la chaux phosphatée rappelle tout à fait certaines agathes, tant par la nuance que par la faible épaisseur des zônes alternantes.

A Rigal-Jouet, dans une exploitation appartenant à M. O. Pillet, de Nantes, nous avons trouvé des échantillons possédant l'éclat et la nuance de certains quartz résinites.

Les échantillons que j'ai envoyés à Bruxelles, à cette époque, provenaient des exploitations de Cos, près de Caylus, et le phosphate de chaux se présentait sous forme de rognons.

Ces rognons, comme ceux que j'ai également rapportés d'une autre exploitation, sise à Montcéré, avoisinant la forge de Bruniquel, étaient tantôt pleins et avec une cassure fibreuse rappelant celle de l'aragonite; tantôt offrant des gerçures comme les rognons de fer carbonaté. — Je possédai aussi des échantillons dans lesquels de l'oxyde noir de manganèse s'était intercalé dans les zônes successives de phosphate; cet oxyde ou Pyrolusite s'y étalant surtout en nombreuses dendrites.

Quant au mode général de formation de ces gîtes, nous pouvons l'expliquer de la façon suivante :

D'abord, d'après la manière nette dont les parois du calcaire jurassique ont été découpées et dont elles se séparent des masses de phosphates, on ne peut douter que ces gîtes ne résultent que d'un remplissage de cavités de configurations variées, poches, crevasses ou boyaux, cavités qui avaient été préalablement produites dans le calcaire jurassique depuis sa complète consolidation.

De plus, les formes évidemment concrétionnées indiquent des dépôts formées par les eaux.

Les effets de corrosion, que présentent les parois calcaires, ainsi que les blocs arrondis qui, après en avoir été détachés ont été dispersés dans l'intérieur des masses phosphatées, dénonce d'ailleurs la présence d'un liquide qui pouvait attaquer le calcaire ou le réduire en une masse pulvérulente.

C'est donc à des sources minérales que l'on doit attribuer cette abondante précipitation de phosphate, la présence de l'acide carbonique dans ces sources contribuait à en augmenter le pouvoir dissolvant.

Les ossements d'animaux, que nous avons trouvés dans les différentes carrières que nous venons de visiter, paraissent avoir été apportés du voisinage dans les petits bassins où se faisait ce dépôt de phosphates, de même que les galets, dans les circonstances qu'il est facile de se représenter. Leur présence ne prouve donc aucunement que l'eau des bassins constituât un milieu propre à la vie

Époque de la formation des phosphates de chaux du Tarn-et-Garonne. — Quant à l'époque de la formation des phosphates de chaux dans les terrains jurassiques du Tarn-et-Garonne, elle est nécessairement postérieure au calcaire jurassique moyen qui supporte les gîtes. D'un autre côté, la nature des animaux vertébrés, dont les ossements se rencontrent, fournit une limite supérieure de cette date. Par leur âge, les dépôts, dont il s'agit, appartiennent donc à la période tertiaire ; de plus, et cela seul suffira pour établir cette époque, la présence des débris d'animaux et des cailloux ainsi que leur association au minerai de fer pisolithique comme ceux que nous possédons et venant de Montcéré, Malparié et Pendaré, annoncent, en tous cas, que le phénomène a au moins duré pendant une partie de cette période.

Allure des gisements de phosphates de chaux dans les environs de Bruniquel et de Caylus. — D'après l'étude que nous avons faite des carrières de phosphates de chaux du Tarn-et-Garonne, nous pouvons certifier avec les ingénieurs compétents, qui sont venus à diverses reprises visiter le département que les masses de phosphates que l'on rencontre dans le calcaire jurassique du Tarn-et-Garonne appartiennent à deux types principaux, quant à l'allure de ces gisements.

Souvent le phosphate a rempli des cavités irrégulières ouvertes dans le calcaire; le diamètre de ces poches, qui est peut être de quelques mètres seulement, a atteint près de 20, 30 et 35 mètres dans certaines carrières des environs de Caylus. Ailleurs, ce sont des veines allongées avec deux parois verticales sensiblement parallèles, abstraction faite de certains élargissements ou amincissements elles offrent la disposition à crevasses rectilignes qui ont été remplies.

Toutefois, ces crevasses se distinguent des fissures ou failles qui, en se remplissant, ont donné lieu aux filons, parce qu'elles se rétrécissent très rapidement dans la profondeur, ou en d'autres termes, elles s'évasent près de la surface.

En étudiant la direction des divers gisements que nous venons de visiter, l'on reconnaît que tous se rangent dans deux directions : les uns allant de l'Est à l'Ouest, les autres étant presque perpendiculaires aux premiers, c'est-à-dire Nord-Sud ; ces deux directions n'ont pu être produites que par de grandes failles qui ont donné au pays le relief actuel.

Dans les veines allongées avec les parois verticales et sensiblement parallèles, les gisements de phosphates de chaux sont orientés Nord 25° Est, tandis que les autres sont dirigés Est-Ouest ; les gisements allongés ne renferment jamais d'ossements fossiles, mais l'argile rouge supérieure en contient quelquefois.

Dans le cas des poches irrégulières, tout paraît s'être produit au milieu de circonstances différentes; car tandis que les gisements, dont nous venons de parler, semblent s'être formés avec lenteur et sans accidents; ceux-ci, au contraire, portent les traces d'un bouleversement violent; et toutes les parties phosphatées sont géodiques; tandis que dans les gisements entre parois parallèles, l'aspect des phosphates est compacte à texture rubanée, à cassure vitreuse; de plus, dans les gisements allongés en bandes, les parois des filons sont verticales et nettement découpées, tandis que, dans les poches, le calcaire est fortement corrodé; l'on rencontre dans ces poches des ossements fossiles appartenant principalement aux deux genres : *Paléothérium* et *Caïnothérium*.

D'après les directions signalées dans les fentes dirigées Nord 25° Est, le dépôt paraît être dû à des eaux chargées de chaux phosphatées venues des profondeurs de la terre. Au contraire, dans les fentes ou poches dirigées Est-Ouest, le dépôt phosphaté aurait été ultérieurement repris par des eaux fortement chargées d'acide carbonique, qui auraient dissous à la fois la chaux phosphatée primitive et le calcaire environnant en même temps qu'elles délayaient l'argile à grains de fer pisolithique; — plus tard, ce dégagement d'acide ayant cessé, une nouvelle précipitation se produisit, laissant quelquefois à sa base un témoin du dépôt primitif.

Conclusions. — Il ressort clairement de tout ce qui précède, que le gîte de chaux phosphatée dans les départements du Tarn et du Tarn-et-Garonne étant aujourd'hui reconnu sur plus de 40 kilomètres de longueur et 8 de largeur à partir de Bruniquel et dans la direction de Caylus, sur les hauteurs du terrain jurassique bordant la rive de l'Aveyron, ouvre un champ très vaste aux personnes qui veulent exploiter cette matière, au profit de l'agriculture. Le nombre

d'exploitants actuels est restreint pour deux causes principales qu'il est bon de signaler : la première, c'est que les exploitants, pour éviter une concurrence, n'ont pas cherché à répandre au loin la réputation des phosphates du Tarn-et-Garonne, tenant à se réserver pour l'avenir le monopole des découvertes récentes; la seconde c'est que les propriétaires alléchés, par des offres exagérées au début, sont devenus plus exigeants pour la redevance au mètre cube et par ces prétentions ont empêché de nouveaux exploitants d'arriver à augmenter le nombre des extracteurs de chaux phosphatée. De plus, il est arrivé, comme dans toutes les exploitations souterraines, des mécomptes tenant au mode de formation et à l'allure des gisements du phosphate de chaux, ainsi qu'il a été expliqué dans les chapitre précédents; ces faits ne doivent pas éloigner les personnes désireuses d'entreprendre l'exploitation des phosphates de chaux, car il apprendra dans l'avenir d'une part aux exploitants à se mettre en garde contre les illusions qu'à déjà fait naître leur épanouissement aux abords de la surface, et, d'autre part à ne traiter avec les propriétaires qu'après une reconnaissance sérieuse des gisements et un sondage sérieux en profondeur.

Les propriétaires des terrains phosphatés devront se montrer raisonnable vis-à-vis des personnes qui voudraient tirer parti d'une richesse minérale enfouie dans leurs terrains, en partageant les chances de la réussite en se contentant d'une redevance proportionnée aux gisements et en tenant compte surtout qu'ils ne risquent rien, puisque toujours, s'il y a dommages causés à la propriété, ils en sont largement indemnisés; tandis que, de l'autre côté, l'exploitant qui hasarde souvent la fortune publique, peut se ruiner et ruiner les autres si les conditions premières deviennent par trop onéreuses en grevant le prix de revient d'une trop forte redevance.

Nous espérons que, pour ces motifs, et d'après ce que nous venons de dire sur les phosphates de chaux, il sera facile aux explorateurs sérieux de faire de nouvelles découvertes, qui profiteront non seulement aux propriétaires des phosphates, mais encore aux départements voisins, puisque le phosphate du Tarn-et-Garonne employé comme engrais dans le dépatement et les départements limitrophes, est exporté, pour le même usage, dans une grande partie de la France.

Séance du 21 juin 1893

MM. **Luy**, pharmacien à Aire.
Mariage, à Sailly-sur-la-Lys,
de Parades, à Lille,
sont élus membres titulaires.

M. **Meyer**, au nom de la Commission de comptabilité, fait un rapport sur la vérification des comptes de l'année 1893. A la suite de ce rapport, les comptes sont approuvés et des remerciements sont votés à M. **Crespel**, le dévoué trésorier de la Société.

M. **Ladrière** fait un rapport au nom de la Commission de la Bibliothèque. Il propose diverses mesures pour la rentrée des volumes qui ont été prêtés.

M. Parent fait la communication suivante :

*Sur une nouvelle espèce d'***Ammonite** *du* **Gault,**

par M. **H. Parent.**

Pl. VI.

Je remarquai dernièrement dans la collection géologique du Musée d'Histoire naturelle de Lille quelques exemplaires très bien conservés du genre Ammonite, provenant

d'un envoi de fossiles de M. Jannel, géologue à la Compagnie de l'Est. Il me fut impossible, après un examen attentif, de leur assigner une place parmi les nombreuses espèces du terrain Crétacé décrites jusqu'à ce jour.

L'excellent état de conservation de ces échantillons et le peu de ressemblance qu'ils présentent avec toutes les autres espèces connues me décident à les décrire aujourd'hui. Les divers exemplaires que j'ai sous les yeux paraissent au premier abord appartenir à plusieurs espèces distinctes; mais on reconnaît, en les examinant de plus près, que ces formes différentes ne sont que le résultat de la transformation d'une même ammonite, à mesure qu'elle avançait en âge.

Cette ammonite a été trouvée par M. Jannel à Saulces et à Machéroménil (Ardennes) dans le grès vert à *Ammonites mamillaris* (Albien).

Genre *Hoplites*, (Neumayr).

Groupe de l'*Ammonites Deshayesi*.

Hoplites Janneli Parent, 1893.

Description : Coquille comprimée dans son ensemble, ornée sur les côtés de côtes, larges près de l'ombilic; elles commencent par former des renflements ou tubercules plus ou moins saillants d'où partent 2, 3 ou 4 côtes suivant l'âge; ces côtes se réunissent sur la région ventrale qui est anguleuse mais sans carène.

Spire formée de tours comprimés peu apparents dans l'ombilic; le dernier tour est par suite très large.

Ouverture beaucoup plus haute que large, légèrement arrondie en avant, très échancrée en arrière par le retour de la spire.

Cloisons très profondément découpées, symétriques, divisées sur les côtés en cinq lobes, le dernier étant rarement visible.

Lobe ventral très grand, un peu plus court et plus large que le lobe latéral supérieur, orné de chaque côté de deux branches dont l'inférieure est bifurquée.

Selle ventrale également de grande taille, divisée en deux feuilles à peu près égales, à découpures profondes, formées elles-mêmes de deux parties.

Lobe latéral supérieur moins large que la selle ventrale, formé de chaque côté de quatre branches d'inégale longueur ; de plus un rameau terminal impair qui donne à ce lobe un aspect allongé.

Selle latérale longue et large divisée en deux parties inégales.

Les autres lobes et selles deviennent brusquement très petits, mais restent à peu près aussi compliqués.

L'*Hoplites Janneli* subit de telles modifications en augmentant de volume que la coquille change complètement d'aspect entre le jeune âge et l'âge adulte : le fait le plus frappant est certainement la disparition de la carène ventrale qui est remplacée par un sillon. Il est donc nécessaire, pour reconnaître facilement cette espèce, de donner la description des ornements à chaque époque de croissance.

1re *Période* : *Jeune âge*. — La coquille, d'abord entièrement lisse (époque embryonnaire de d'Orbigny), prend peu à peu des stries fines qui, au diamètre de 1 centimètre, constituent des côtes déjà bien marquées, visibles sans le secours de la loupe ; ces côtes sont bifurquées et prennent naissance assez loin de l'ombilic ; elles passent sur la région ventrale sans interruption et y forment un coude très prononcé vers la bouche. — Ventre arrondi. — Bouche aussi large que haute, peu échancrée par le retour de la spire.

— A cet âge, l'*Hoplites Janneli* ressemble à presque toutes les jeunes ammonites à ventre arrondi (fig. 3).

2me *Période : Age adulte.* — La coquille se couvre rapidement d'ornements et au diamètre de 5 cent. (jusqu'à environ 10 cent.), elle est ornée de larges côtes flexueuses, partant de l'ombilic où elles sont hautes et se divisant très vite en 2 (très rarement), 3, 4 ou même 5 côtes, qui d'abord d'inégale grosseur ne peuvent plus se distinguer sur la région ventrale ; elles y passent sans interruption en formant un angle plus ou moins aigu.

Spire composée de tours très comprimés sur les côtés, peu apparents dans l'ombilic.

Ouverture beaucoup plus haute que large, fortement échancrée en arrière.

Variétés : Les côtes sont tantôt serrées et étroites, tantôt espacées et larges ; dans le premier cas elles sont au nombre de 45 environ sur le ventre dans le dernier tour et ne possèdent pas de tubercules près de l'ombilic ; dans le second les tubercules sont très forts, au nombre d'une dizaine par tour avec 35 côtes en moyenne au milieu de la région ventrale (fig. 2).

3e Période : Vieillesse. — Environ 10 à 15 cent. de diamètre.

Les côtes si fortes et si bien marquées, signalées dans la deuxième période, s'atténuent un peu à la fois, la coquille s'arrondit quoique restant toujours un peu déprimée ; la bouche devient plus large.

Les côtes au nombre de 40 à 50 près du ventre dans le dernier tour sont peu marquées et se distinguent difficilement les unes des autres ; elles disparaissent presque toutes avant d'arriver à l'ombilic, mais néanmoins se divisent en deux, plus rarement trois parties qui restent de la même

taille jusqu'à leur arrivée sur la région ventrale ; parfois on en voit une, n'ayant aucune relation avec les autres, finir au milieu du flanc.

Région ventrale arrondie, parcourue par un sillon médian de plus en plus marqué vers la bouche ; ce sillon sépare complètement les côtes qui se font vis à-vis, absolument comme dans *Ammonites anceps* et *Ammonites Parkinsoni* (fig. 1).

Enfin, un peu plus tard les côtes s'effacent insensiblement, disparaissent et avec elles le sillon ventral ; la coquille redevient alors entièrement lisse.

Rapports et différences. — Il existe dans le terrain Crétacé quelques espèces qui se rapprochent d'une façon assez sensible de l'*Hoplites Janneli.*

En premier lieu citons l'*Ammonites fissicostatus* du Gault (1) qui possède des cloisons à peu près semblables ; mais les ornements diffèrent complètement ainsi que la forme générale de la coquille. L'*Ammonites fissicostatus* a des tours bien moins larges, laissant par conséquent l'ombilic à découvert ; sa forme est plus élevée, son ventre est arrondi, sa bouche est aussi large que haute. Enfin, et c'est le caractère le plus important, les côtes sont toutes bifurquées, mais aucune ne se divise en faisceaux, tandis que chez notre espèce les côtes bifurquées font exception. On le voit, des caractères nombreux et précis l'éloignent de l'*Hoplites Janneli.*

L'*Ammonites Deshayesi* (2) du Gault s'en rapproche beaucoup dans son ensemble, mais elle s'en distingue par ses lobes et selles de structure toute différente aussi bien que par la disposition de ses côtes (chaque côte entière est séparée par une autre qui finit au milieu du flanc).

(1) D'Orbigny, Paléontologie française Ter. Crét. vol. 1, pl. 76

(2) D'Orbigny. *Loc. cit.*, pl. 85, fig. 1 à 4.

L'*Hoplites Janneli* est encore voisine de l'*Ammonites quercifoluis* (1) du Gault; mais tandis que dans la première les côtes sont disposées en faisceaux, elles sont dans la seconde, alternantes; le ventre de l'*Ammonites quercifolius* est plat et lisse, celui de l'*Hoplites Janneli* est anguleux et couvert de côtes, enfin le sillon ventral manque dans la dernière période chez l'*Ammonites quercifolius*.

L'*Ammonites Clementinus* (2) a quelque rapport avec l'espèce que nous décrivons ici, à l'époque de sa dernière tranformation; les lobes sont complètement différents, le sillon ventral manque, il est vrai, et il existe de plus une rangée de tubercules près de l'ombilic, mais la forme générale est la même.

Signalons encore parmi les ammonites du Crétacé l'*Ammonites Cleon* (3); elle a même forme d'ensemble, côtes nombreuses sur le flanc, ombilic étroit, mais les côtes sont bien moins accusées et disposées d'une façon différente, enfin le sillon ventral ne se forme pas à la période suivante.

On pourrait également rapprocher de l'*Hoplites Janneli* plusieurs espèces jurassiques; mais je n'en citerai qu'une, l'*Ammonites Lamberti* qui lui ressemble d'une façon frappante; c'est certainement la forme qui a le plus de rapports avec notre espèce.

Localités : Machéroménil, Saulces (Ardennes).

Gisement : Grès vert à *Ammonites mamillaris* (Gault).

Planche VI, fig. 1 *a* Individu âgé vu de profil,
fig. 1 *b* Le même vu de face,
fig. 1 *c* Ligne suturale du même,
fig. 2 *a* Individu adulte vu de profil,
fig. 2 *b* Le même vu de face,
fig. 3 Individu jeune vu de profil.

(1) D'Orbigny, *Loc. cit.*, pl. 83, fig. 4 et 5.
(2) D'Orbigny. *Loc. cit.*, pl. 75.
(3) J. Seunes. Note sur quelques Ammonites du Gault, Bull. Soc. Géol. de France, 2e série, Tome XV, p. 558, pl. XI et XII.

M. **Meyer** communique à la Société le résultat d'un sondage fait aux environs de Londres.

M. **Gosselet** contiuue la lecture de son étude biographique sur Constant Prévost.

M. Gosselet expose qu'il a cru être agréable à la Société en lui faisant lire le mémoire que vient de publier M. Eldridge, géologue du *Geological survey* des États-Unis sur les Phosphates de la Floride, qui font une concurrence si sérieuse aux phosphases de France. Après avoir obtenu l'autorisation de M. Eldridge, il s'est adressé à M Vaillant, ancien secrétaire de la Société, qui lui a envoyé la traduction suivante.

Esquisse préliminaire sur les

Phosphates de la Floride,

par **G. H. Eldridge.**

Traduction par **V. Vaillant.**

I. — Développement de l'Industrie.

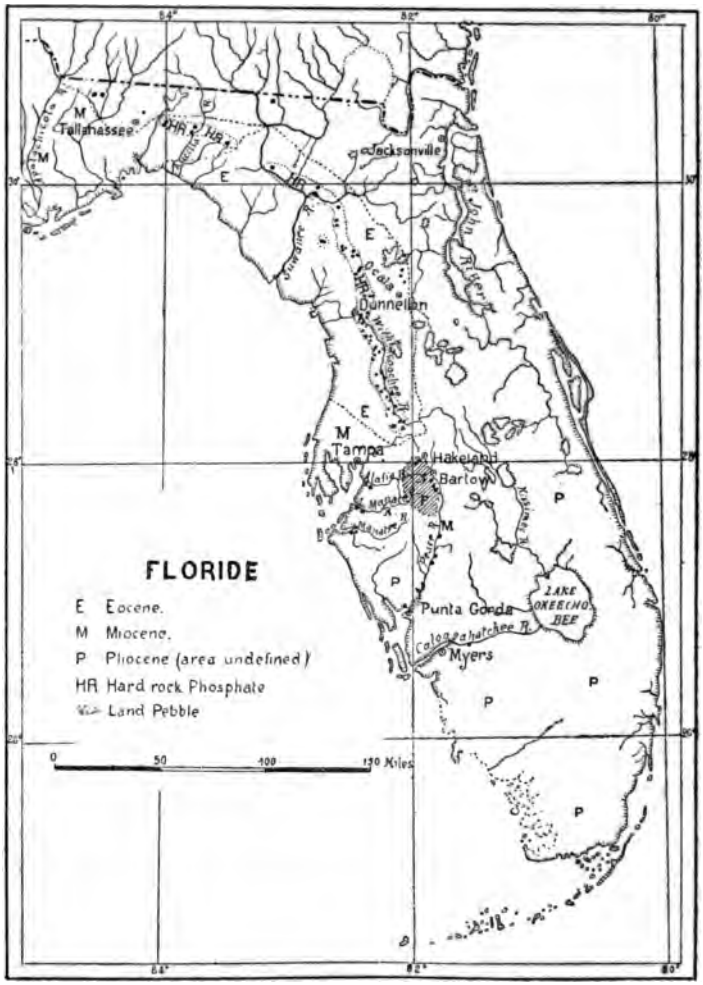
L'existence du phosphate de chaux, dans l'Etat de la Floride, est connue depuis plus de dix ans ; mais, jusqu'au printemps de 1887, l'étendue et la valeur de ces dépôts n'étaient pas soupçonnées.

En cette année 1887, le colonel Moorehead, dont l'attention avait été éveillée par un rapport de M. Le Baron, examina les graviers de la rivière Peace, reconnut l'importance des dépôts, fit l'acquisition des régions qui paraissaient avantageuses, et établit l'industrie des nodules de phosphate. La première expédition fut faite, en mai 1888, à la Scott Manufacturing Company, d'Atlanta (Géorgie).

L'établissement de l'industrie des nodules de phosphates sur la rivière Peace fut suivie, un an plus tard, de la

découverte dans le comté de Marion, d'une classe de phosphates entièrement différente, maintenant ordinairement désignée sous le nom de *hard-rock-phosphate.*

Carte des Phosphates de la Floride



Cette découverte fut faite dans les premiers jours de juin 1889, par M. Albertus Voght, dans un puits qu'il creusait dans sa propriété, près de l'endroit où est située aujourd'hui la ville de Dunnellon, environ à vingt milles au sud-ouest d'Ocala. C'est à cette cause, plus qu'à toute autre, qu'il faut rapporter le rapide et remarquable développement de la grande industrie actuelle de l'Etat de la Floride.

Ce fut M. John Dunn, d'Ocala, qui mit à profit la découverte accidentelle de M. Voght. Après s'être renseignés sur la composition chimique et la valeur de la matière, M. Dunn et ses associés achetèrent plusieurs milliers d'acres de terre, et ils fondèrent la Compagnie des Phosphates de Dunnellon en vue d'une exploitation active. De Dunnellon comme centre, les recherches rayonnèrent rapidement dans toutes les directions, de telle sorte qu'à ce jour, des mines importantes ont été creusées dans une région bien délimitée, de plus de deux cents milles de long sur près de six milles de large. Cette région est située parallèlement à la côte du Golfe du Mexique, à une distance moyenne de vingt milles. Elle s'étend depuis le voisinage de Richland, dans le comté de Pasco, vers le nord, et, vers l'ouest, presque jusqu'à la rivière Apalachicola.

La région qui attira ensuite l'attention se trouve au sud de l'espace occupé par les *hard-rock* phosphates, près de la ville de Bartow, dans le comté de Polk.

C'est maintenant un centre important d'exploitation des *land pebble* phosphates, dont l'exploitation a commencé dans la dernière partie de l'année 1892.

Aujourd'hui, des phosphates de l'une ou l'autre espèce et de valeur variable ont été reconnus depuis une distance considérable à l'ouest de la rivière Apalachicola. A l'est et au sud ils s'étendent à près de cinquante milles au sud de la rivière Caloosahatchee.

Dans les districts sus-mentionnés, l'exploitation des mines se fait sur une large échelle, et les expéditions forment une grande partie du chargement des nombreux chemins de fer de la Floride. La matière brute n'est pas seulement utilisée en grande quantité dans les Etats-Unis, on en expédie encore des cargaisons considérables dans les différents ports d'Europe.

II. — Topographie.

La topographie de Floride est le résultat des actions dynamiques combinées avec les effets de la sédimentation, de l'érosion et des dissolutions chimiques. La portion ouest de l'Etat est le prolongement direct de la plaine côtière de l'Atlantique et des États du Golfe du Mexique : c'est par conséquent une région dont la sédimentation a marqué le trait dominant. La portion péninsulaire, au contraire, a une origine indépendante. Elle est sans doute une modification de la crête émergée d'un pli anticlinal qui s'étend de chaque côté à plusieurs milles au loin sous la mer.

La région des hautes terres de la Floride, avec sa surface ondulée, son sol rouge et ses champs cultivés, présente au nord la topographie caractéristique de la formation de La Fayette, qui en constitue le soubassement.

La limite méridionale de cette région élevée, à vingt ou quarante milles au sud des frontières de l'État et à l'ouest de la rivière Suwanee, est marquée par un talus dentelé assez abrupt. Ce talus sépare les hautes terres des plaines basses, boisées et marécageuses, qui reposent sur les couches horizontales du Miocène, et qui s'étendent jusqu'à la côte. A l'est de la rivière Suwanee, la topographie de la plaine côtière se confond avec celle de la péninsule.

La topographie de la péninsule de la Floride se montre sous deux aspects. La première partie est une région ondulée relativement élevée : la seconde est formée de terres basses. L'une est limitée à une large ceinture médiane dans la partie nord de la presqu'île ; l'autre, avec de légères modifications, comprend toute la partie sud de la presqu'île, et, dans la partie nord, elle constitue le long de la côte la bordure de la région centrale plus élevée. L'écoulement des eaux de la péninsule se fait essentiellement du nord au sud, bien que tous les cours d'eau aient à un certain moment une direction vers l'est ou vers l'ouest, qui les porte de l'intérieur à la périphérie de l'État.

Les principales rivières de la presqu'île sont à l'est les rivières Saint-John et Kissimmee, maintenant réunies par canaux. La Kissimmee, affluent de la rivière Kaloosahatchee se jette dans le Golfe du Mexique. Dans la portion centrale plus élevée coule la Ocklawaha. A l'Ouest sont les rivières Santa-Fé, Suwanee, Withlacoochee et Peace.

Les lignes de partage de ces rivières ne sont nulle par à plus de 250 ou 300 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Sur une grande partie de la région centrale, il y a une particularité dans la topographie constituée par une petite chaîne verticale qui transforme la surface en une masse confuse de collines. Cet aspect est dû pour une grande part aux amas superficiels des sables déposés avant que la péninsule n'émergeât de la mer pour la dernière fois,

Dans la région des basses terres, les élévations entre les rivières sont à peine perceptibles, excepté quand il y a des modifications locales dues à des dépôts de sable. Les cours d'eau ont des rives abruptes, et leur lit est à une profondeur variable au-dessous de la surface générale du sol. En somme, l'aspect du pays est celui d'une vaste prairie monotone, quoique souvent boisée.

C'est au côté occidental de la péninsule que cette notice est surtout consacrée. A l'exception des dépôts de galets de rivière de Black Creek, à près de 25 milles S.-S.-O. de Jacksonville, toute la ceinture des phosphates, telle qu'elle est maintenant développée, touche à cette région.

Les formations englobées appartiennent à différents âges, et la topographie varie en conséquence. Depuis les environs de Dade-City, dans le comté de Pasco, jusqu'auprès de la limite de l'État au nord, le sous-sol est formé d'une large ceinture de calcaire éocène d'épaisseur considérable, ne présentant pas de stratification. Les parties tendres ont été soumises à l'érosion et aux actions dissolvantes, à la surface et dans la profondeur. La roche est creusée par des rivières souterraines. La présence de ces rivières est démontrée par leurs effets, ainsi que le témoignent les nombreux gouffres disséminés sur toute l'étendue de la formation. Des dépressions remplies par de grandes masses d'eau se vident de temps en temps dans ces ouvertures et ces canaux; il est, de plus, probable que des régions étendues ont été converties en lacs par l'affaissement général de la surface causé par la dissolution du calcaire sous-jacent.

La zone éocène des *rock-phosphates* de la Floride est par suite ondulée et irrégulière. Cet effet est encore accru par les dépôts de sables qui se sont effectués au moment de la dernière émersion de la péninsule.

Au-dessous de la région des *hard-rock* phosphates dans la Floride occidentale, la formation est toutefois de l'âge miocène, et elle consiste en minces lits de calcaire horizontaux. La topographie est, par suite, celle des terres basses, boisées et marécageuses, avec des ponts naturels et peu de dépressions. L'altitude générale de la région des *rock-phosphates* est inférieure à 75 pieds au-dessus du niveau de la mer.

A l'angle des chemins de fer *South Florida* et *Florida Southern*, près de Lakeland et Bartow, se trouve la ligne de partage des eaux de la région vers le sud et vers l'ouest. Elle atteint une altitude de 208 pieds à Lakeland, mais elle tombe rapidement à 117 pieds à Bartow, à 131 à Plant-City et l'élévation diminue à mesure qu'on approche de la côte.

Les couches sous-jacentes sont des marnes, des argiles et des *pebble-phosphates*, ce qui donne lieu à un aspect topographique très différent de celui des régions précédemment décrites. L'apparence générale est, avec quelques exceptions, celle de la portion boisée et marécageuse, modifiée en une surface gracieusement ondulée par les dépôts superficiels des sables.

A mesure que l'on s'approche de la côte, cette région se fond graduellement avec ces vastes étendues de terres basses si caractéristiques du sud de la Floride et des côtes de cet Etat.

La région des rivières Peace, Alafia, Manatee et Caloosahatchee et des grands lacs à qui cette dernière sert d'écoulement est le vrai type des terres basses ; mais la surface en est accidentellement rendue irrégulière par les sables superficiels.

Dans toute la région des phosphates, et aussi dans d'autres portions de la Floride, il y a des preuves manifestes de la grande prédominance des dissolutions chimiques sur les abrasions mécaniques pour le creusement des vallées et la constitution des traits topographiques généraux. Nulle part aux Etats-Unis ces forces n'ont été observées avec une telle prédominance.

Les régions phosphatées de la Floride sont couvertes d'une épaisse végétation de pins, comme dans les espaces sablonneux, ou de végétations annuelles, comme dans la région des gouffres, et dans les espaces particuliers désignés sous le nom de *terrains boisés*. Dans les terrains

marécageux, le cyprès, le chêne, le gommier, le frêne, le magnolia et le laurier sont les principales essences; le long des cours d'eau, on trouve les espèces précédentes avec le palmier-nain.

III. — Géologie

Les formations géologiques de la Floride comprennent des couches de l'Eocène, du Miocène, du Pliocène, du Post-Pliocène, et de la période Récente. Cette description sera limitée aux couches qui sont directement comprises dans la géologie des phosphates.

Eocène. — Les roches de cette formation sont principalement des calcaires blancs, gris ou jaunâtres, de texture poreuse, friable ou marneuse; elles sont éminemment fossilifères. Leur perméabilité les rend tendres et sujettes à la désagrégation, quoique les surfaces libres aient été durcies par les agents atmosphériques. Des nodules siliceux sont disséminés dans leur intérieur. Les fossiles de ces couches sont des Nummulites, des Orbitoïdes, des Échinodermes, et un très grand nombre d'espèces de mollusques. L'épaisseur de la formation varie; mais on a fait des forages en différents points à des profondeurs oscillant entre 300 et 500 pieds sans atteindre la base, L'altération des roches a été souvent causée par la disparition de certains des éléments constituants, et par la production de certains autres sous l'influence des agents chimiques auxquels elles ont été constamment soumises. La distribution de l'Éocène est tracée approximativement sur la carte ci-jointe : mais les détails du contour et ses contacts avec les autres formations sont rendus un peu confus par l'épaisseur des sables récents, et la présence d'innombrables

marécages. Le long de la partie médiane des terrains éocènes, dans la direction du nord au sud, se trouvent les dépôts massifs de *hard-rock phosphate.*

Miocène. — Cette formation embrasse deux grandes divisions nettement définies, l'une ancienne, l'autre plus récente. La première surtout est comprise dans la géologie des phosphates. Elle est, comme l'Éocène, une formation essentiellement calcaire, mais avec cette différence qu'elle est nettement stratifiée, et renferme des roches d'une nature plus compacte, plus dure et moins sujette à la désagrégation. Les couches individuelles, épaisses de 4 ou 5 pieds, sont fréquemment séparées par des zones plus tendres, paraissant formées de la même matière, mais plus poreuses et souvent d'aspect marneux. Ce calcaire contient, comme le calcaire éocène, des corps siliceux et a aussi été transformé, en certains endroits, en phosphate de chaux d'une grande richesse. La structure stratifiée originelle a été conservée dans le développement du phosphate, contrairement à ce qu'on observe dans les régions éocènes. Les fossiles comprennent une espèce très caractéristique d'Orbitolites, avec Hemicardium, Orthaulax, et beaucoup d'espèces de mollusques. Le Miocène est probablement beaucoup moins épais que l'Éocène. L'étendue de la formation et celle des dépôts de phosphates sont données approximativement sur la carte, avec les causes d'incertitude de contour déjà signalées pour l'Éocène. La région des phosphates du Miocène est limitée aux parties nord et ouest de l'État. La formation surmonte immédiatement l'Éocène, et, dans plusieurs localités de la Floride septentrionale, est surmontée elle-même par les sables rouges et les argiles des séries de Lafayette.

Pliocène. — Les différentes phases distinctes de la formation pliocène qu'on rencontre dans la Floride méri-

dionale renferment des marnes, des argiles, des calcaires, et un dépôt de phosphate unique, connu dans le pays sous le nom de *pebble-rock* (roche de galets). Ce dernier présente un intérêt spécial, comme étant le gisement direct d'une très importante classe de phosphate. La localité-type de ce gisement est aux sources des rivières Peace, Alafia et Manatee. C'est en général une couche non stratifiée de nodules de phosphate de chaux dans une gangue argileuse ou sablonneuse. La gangue et les nodules sont ordinairement de couleur blanche. La gangue est tendre, friable et perméable, permettant la libre filtration des eaux souterraines; elle a une consistance qui laisse séparer facilement les nodules par le lavage quand ils sont nouvellement extraits de la mine. Exposée à l'atmosphère, la roche cède son humidité et devient dure et résistante. La base de cette formation n'a été trouvée que dans quelques-unes des fosses les plus profondes. En plusieurs endroits, une profondeur de trente pieds a été atteinte dans le dépôt, sans qu'on ait rencontré la base. L'épaisseur en est d'ailleurs variable, par suite du transport de la matière par des actions érosives, et de causes se rapportant au mode d'origine. La proportion des nodules est d'environ 40 p. % du dépôt. La distribution de ce dépôt n'est pas déterminée d'une manière satisfaisante. L'étendue de sa localité-type, telle qu'elle est connue actuellement, est esquissée d'une manière sommaire sur la carte ; des développements pourraient être trouvés ultérieurement, prolongeant ses limites à plusieurs milles. Au-delà de la localité-type, dans divers points situés le long du côté oriental de la ceinture éocène, on trouve un dépôt de même nature, quoique peut-être d'origine en partie différente ; et dans la partie septentrionale de l'Etat, à proximité de Waldo et de Stark, il y a un gisement d'une étendue considérable.

L'âge de ce dépôt n'a pas encore été déterminé. M. W.-H. Dall, du *United States Geological Survey*, lui a provisoirement assigné une position dans les séries du Pliocène de la Floride. L'auteur l'y a observé lui-même, reposant de manière discordante, sur les deux formations Éocène et Miocène. Toutefois ses relations superficielles avec les formations adjacentes demeurent obscures.

Les argiles et les marnes du Pliocène sont jaunes ou blanches, nettement stratifiées, et éminemment fossilifères. Dans certaines régions elles comprennent des lits dans lesquels sont disséminés des grains et des nodules de phosphate d'un type différant encore de ceux décrits précédemment. L'aire renfermant ces argiles et marnes à phosphates paraît, autant qu'on a pu la déterminer jusqu'à présent, limitée aux régions des rivières Peace et Caloosahatchee, et aux cours d'eau se déversant dans le golfe au-dessous de Tampa. Après le transport des parties marneuses de ces lits par la dissolution chimique ou l'action mécanique, leurs matières phosphatées ont fourni un accroissement aux barres de graviers déjà en voie d'accumulation dans les cours d'eau. L'épaisseur des marnes et des argiles du Pliocène n'est pas déterminée.

Age actuel. — Les dépôts de cet âge contiennent les sables superficiels, les sables et les graviers occupant les lits primitifs des rivières, et s'étendant maintenant sous les couches inférieures des terres, et les sables et graviers phosphatés des lits actuels des cours d'eau.

Structure tectonique de la Floride. — La péninsule de la Floride ainsi qu'on l'a déjà observé, est probablement la crête émergée d'un pli anticlinal qui se prolonge au loin sous la mer, de chaque côté. A l'époque de sa première apparition au-dessus du niveau de la mer, l'aire éocène

peut avoir été une péninsule comme à présent, ou une île. La configuration primitive du pli a été légèrement modifiée depuis par les influences dynamiques, et surtout par l'addition de nouvelles formations, addition qui s'est toujours faite à l'est ou au sud de la terre déjà formée. Des formations diverses ont, de temps à autre, constitué les contours de la péninsule, fournissant, avec les dépôts amenés de l'intérieur, une grande variété de sédiments, qui ont formé les couches de date plus récente. La formation primitive de la péninsule, accompagnée peut-être de quelques oscillations et chargements de niveau, s'est continuée jusqu'à la fin des temps pliocènes. A cette époque toutefois la surface entière a été submergée et a reçu le dépôt des sables superficiels qui forme un de ses traits caractéristiques. Dans la partie septentrionale de l'Etat, le développement a été en connexion plus étroite avec les changements de niveau qui ont affecté de ce côté la plus grande partie de la masse continentale, et avec les dépôts de formations plus récentes, telles que la série de Lafayette, par exemple, dont les sédiments proviennent des Apalaches primitifs.

IV. — Les Phosphates.

La Floride contient quatre classes très différentes de phosphates commerciaux, se distinguant les unes des autres par une genèse particulière, une forme spéciale de dépôt, et des propriétés physiques ou chimiques diverses. D'après leur mode de production, ou quelque trait caractéristique, ils sont connus sous les noms de *hard-rock phosphate* (phosphate de roche dure), *soft-phosphate* (phosphate à grains fins), *land-pebble* ou *matrix-rock* (nodules terrestres ou roche matrice), et *river-pebble* (galets de rivière). A l'exception du *soft-phosphate*, ils se trouvent dans des régions distinctes, mais on observe fréquemment

un léger mélange des éléments d'une classe avec ceux d'une autre. La remarquable variété de structure et de texture des phosphates de la Floride témoigne d'une grande complexité d'actions chimico-mécaniques dans la formation des dépôts. Elle est la preuve de différences dans leur mode de genèse, et elle montre la diversité des sédiments tenus en suspension, ainsi que des substances en dissolution dans les eaux au moment où les dépôts se sont formés.

A. — Hard-rock phosphate

Roche-type. — On peut considérer comme type de cette classe un phosphate dur, massif, de texture compacte, homogène, et de couleur gris-clair, présentant des cavités irrégulières, plus ou moins grandes, garnies d'incrustations mamelonnées d'un phosphate de chaux d'origine postérieure. La cassure est angulaire ou sub-conchoïdale. L'apparence générale de ce phosphate est celle du calcaire précipité des sources thermales. Il trouve son analogue en texture et en structure dans les dépôts calcaires pré-glaciaires des sources chaudes du Mammouth dans le Parc-National de Yellowstone. Les incrustations des cavités se rencontrent à tous les degrés de développement ; on y trouve aussi bien un dépôt d'une simple pellicule que plusieurs couches d'épaisseur. Les cavités contiennent aussi fréquemment des dépôts d'un phosphate de chaux blanc et semblable à l'argile, qui doivent être le résultat d'une dissolution partielle de la roche environnante, et de la désagrégation mécanique qui en a été la suite. Ces dépôts pourraient encore provenir de la désagrégation de parties plus éloignées, dont les matériaux auraient été amenés là par les eaux d'infiltration. Après avoir déposé cette matière sur les parois des cavités, les eaux se sont retirées, et la matière s'est séchée, fendue et durcie jusqu'à consistance de roche.

La teneur de la roche-type en anhydride phosphorique (P^2O^5) oscille légèrement au-dessus ou en-dessous de 36,65 pour cent.

Des variétés du type précité offrent des différences dans la couleur, dans la proportion des cavités incluses relativement à la masse de la roche ; dans la forme, la distribution et la nature des cavités ; dans les sédiments amenés en présence de la roche et laissés en dépôt secondaire dans ses cavités ; dans le mode de déposition des éléments et dans les altérations subséquentes et les changements mécaniques que le phosphate a subis. Une ou plusieurs de ces variations peuvent être rencontrées dans le même spécimen ou corps de roche.

Variations dans la couleur. — Le phosphate-type ordinairement gris-clair ou brun peut varier du blanc pur au brun foncé ; il passe à une série de teintes blanches, jaunes ou chamois, dans une roche d'une nature un peu différente. Il peut devenir bleu ou noir dans la zone qui borde les fissures, les cavités, et les parties extérieures des roches qui ont été exposées à l'action de l'eau. Cette variété dans la couleur est due à la présence du fer ou de matières organiques, ou peut-être des deux. Tous les phosphates contiennent une petite quantité de fer, qu'on trouve à l'analyse, uniformément disséminée dans la masse de la roche sur toute l'étendue du champ d'exploitation. On trouve également du fer dans le phosphate gris et dans le brun, mais sans qu'il soit nécessairement prédominant ni dans l'un ni dans l'autre. Quand il est abondant, on le rencontre principalement dans un phosphate renfermant des dépôts secondaires de sables, auxquels il se trouve mêlé soit dans le corps de la roche, soit dans les cavités. La coloration due aux matières organiques a été peu étudiée jusqu'à présent. La distribution apparente du fer, si

souvent sans relation avec la couleur, indique que la matière organique doit être la source la plus fréquente et la plus puissante de la coloration.

Variations dues aux cavités. — Les cavités des phosphates de roche dure offrent une variété de structure qui s'écarte considérablement du type et indique d'une manière certaine le mode d'origine de la roche. Les cavités peuvent se rapporter à trois classes suivant leur origine. La première embrasse des cavités irrégulières, variant depuis une dimension très petite jusqu'à un diamètre de douze pouces (le plus ordinairement elles n'ont pas plus de trois pouces de diamètre). Elles résultent probablement de la dissolution des parties de la roche originelle qui ont été le plus facilement attaquées par les acides carbonique et autres contenus dans les eaux d'infiltration. La seconde classe comprend des cavités considérablement réduites, disposées symétriquement en lignes tantôt concentriques, tantôt droites, ou légèrement ondulées et parallèles, ayant des solutions de continuité et donnant naissance à un type extrême, connu sous le nom de roche laminée. La gradation directe de la roche compacte, homogène et massive, établie comme type de classe, à une roche de structure complètement laminée, est intéressante à retracer. La transition observée et sa ressemblance à des termes semblables bien connus dans d'autres roches, laisse peu de doute quant à son origine ; elle doit être due ou à la précipitation directe d'une solution aqueuse, soit à l'intérieur d'une cavité, soit sur une surface libre, ou au replacement du carbonate de chaux déposé primitivement à la manière des tufs calcaires des sources thermales. Les cavités de la troisième classe ne se rencontrent pas fréquemment, mais elles peuvent se présenter en grand nombre dans une masse

de roche relativement petite. Elles sont de deux sortes : l'une de forme lenticulaire, ne dépassant jamais un quart de pouce de longueur sur $^1/_{16}$ ou $^1/_{32}$ de pouce d'épaisseur, et résultant du déplacement d'une petite nummulite caractéristique des roches éocènes ; l'autre, beaucoup plus petite, mais résultant de la même manière d'un autre fossile éocène, les Orbitoïdes. Dans les phosphates miocènes, on trouve parfois des traces de la présence primitive des Orbitolites. On reconnaît ces formes à tous les degrés de dissolution, de désagrégation et de transport; et les vides qu'elles laissent sont souvent assez nombreux pour donner à la roche l'aspect d'alvéoles d'abeilles. Elles donnent directement la clef de l'origine et de l'âge de cette classe de phosphates : ce sont des produits altérés des calcaires éocènes ou miocènes.

Variations dues à des dépôts secondaires. — Presque tous les phosphates de roche présentent, outre les incrustations mamelonnées garnissant les cavités de la roche primaire, des dépôts secondaires encore plus récents de phosphate de chaux, reposant à l'intérieur des incrustations et remplissant complètement ou partiellement les cavités. Cette matière peut avoir durci au point de former une roche composée, offrant une cassure aussi nette à travers les nouvelles parties qu'à travers les anciennes. Dans les cavités partiellement remplies, la matière — probablement un sédiment — est ordinairement beaucoup plus tendre, et présente des fentes de contraction dues au retrait et à l'évaporation graduelle de l'humidité. Cette substance est tantôt d'un blanc pur, comme il arrive souvent dans les phosphates gris typiques, tantôt chamois ou jaune, comme dans la roche originelle plus foncée. Dans ce dernier cas, la matière présente souvent à la cassure soit un aspect irrégulièrement bigarré, soit une disposition par lits de la

matière colorante. Quelquefois, et surtout dans la région Miocène stratifiée, on trouve un dépôt secondaire sur ce qui était à l'origine la surface de la roche. La texture des dépôts secondaires est celle d'une argile fine, ou d'un sable dans un ciment phosphaté, ou une combinaison de ces deux aspects. Dans l'un ou l'autre cas, le dépôt peut être d'apparence homogène, ou peut montrer des lignes de sédimentation délicates, mais cependant distinctes.

L'âge des dépôts secondaires est compris entièrement dans les périodes éocène et miocène ; les actions qui les ont causés s'étant continuées jusqu'à la fin de cette dernière. La sédimentation, à la vérité, a été parfois interrompue, mais pour recommencer de nouveau quand les conditions redevenaient favorables. On trouve des preuves de ce qui précède dans la dimension des cavités, dans les divers degrès de dissolution et de désagrégation, dans le caractère des incrustations mamelonnées, dans les lignes distinctes de dépôts et dans la présence occasionnelle de deux périodes d'incrustation.

Quant à l'origine des dépôts secondaires, il est possible qu'en certains cas on puisse l'attribuer à la précipitation, mais la science actuelle conclut à la déposition de matières tenues en suspension dans des eaux tranquilles. Dans toutes les cavités du phosphate de roche dure, tel qu'on le connaît aujourd'hui, il y a des dépôts comparativement récents de sable blanc et d'argile rouge. Il n'y a aucun doute quant à leur mode de déposition, et il y a tout lieu d'admettre l'hypothèse de sédiments mécaniques semblables, au temps de la formation du phosphate secondaire dans les cavités de la roche originelle.

Variations résultant des altérations mécaniques. — Elles sont au nombre de deux : la première est une brèche, l'autre, un produit de désagrégation.

La variété bréchiforme est évidemment le résultat de la recimentation par une matière phosphatée des fragments d'un *hard-rock phosphate*, ou bien le changement en phosphate d'une brèche calcaire plus ancienne, dans laquelle il y a eu un dépôt pseudomorphique du phosphate sur des fragments plus anciens. Cette variété de roche ne se rencontre pas communément; cependant on la trouve dans diverses localités de la ceinture des *hard-rock phosphates*.

On observe souvent du *hard-rock* à divers degrés de désagrégation. Cette décomposition peut avoir produit un effet homogène sur la masse entière de la roche, ou former une zone d'altération à l'extérieur. Quand on brise la roche, il peut encore arriver qu'on trouve des parties ramollies et prêtes à être entraînées par les eaux d'infiltration. Une grande portion de *hard-rock* peut avoir été ainsi désagrégée en une masse composée en partie de fins fragments angulaires et en partie d'une matière douce, impalpable, résultat extrême de l'action désagrégeante.

Par l'intermédiaire de cette dernière, le *hard-rock phosphate* passe à la variété connue sous le nom de *soft-phosphate*, phosphate à grains fins. On doit faire cependant une distinction entre ces deux variétés, en raison de la moindre valeur commerciale de la plus fine, ou phosphate à grains fins proprement dit, qui contient moins de phosphate de chaux et une plus forte proportion de fer et d'alumine. Dans plusieurs mines, ce fait a été reconnu, et la matière a été désignée par les nos 1, 2 et 3 ou comme « *doux* » et « *fins*. » La matière angulaire à grains fins est en réalité exactement semblable au point de vue physique et chimique aux grandes masses de roches inaltérées. La désagrégation de cette classe de roches est sans doute postérieure à l'époque éocène.

Fossiles du hard-rock. — Le phosphate de cette catégorie ne contient pas ordinairement de fossiles, mais on en trouve souvent des moules ou des empreintes. Les fossiles varient selon que la roche originelle d'où le phosphate dérive est d'âge éocène ou miocène.

B. — Soft-Phosphates

Le nom de *Soft-phosphate*, phosphate à grains fins, a été donné arbitrairement à une catégorie de matières qu'on rencontre avec le *hard-rock phosphate* dans toute la région où se trouve ce dernier. Dans l'usage général, ce nom désigne toutes les substances phosphatées qui ne sont point nettement du *hard-rock*. Cette catégorie renferme, d'une part, les matières provenant de la désagrégation du *hard-rock*, et, de l'autre, des argiles et des sables extrêmement riches en phosphates. La même dénomination a parfois été appliquée aux dépôts de nodules de la classe suivante. Étant donné le large emploi de ce terme, il est évident que la qualité des *soft-phosphates* doit être très-variable, l'analyse chimique donnant des différences marquées dans leur teneur en phosphate de chaux, en fer et en alumine. Il y a ainsi plusieurs sortes de *soft-phosphates*, dont la plus pure est le produit homogène et net de l'altération du *hard-rock*. La qualité des autres espèces varie selon la quantité de sable et d'argile contenue dans la roche originelle, ou mêlée avec le phosphate dans le cours de la re-déposition. Cette matière, ainsi que le produit de la désagrégation du *hard-rock*, forme, en raison de sa distribution générale et des essais tentés jusqu'à présent avec un succès incomplet pour l'employer dans la manufacture des engrais, un des plus sérieux problèmes de l'exploitation économique des dépôts du *hard-rock*.

L'anhydride phosphorique (P^2O^5) atteint rarement comme terme moyen 22 0/0 de la masse.

C. — Land-Pebble Phosphate

Les nodules constituant cette classe sont de taille et de forme variables, mais normalement ils ont une texture, une couleur et une composition chimique uniformes. Ils sont blancs ; mais, soumis aux eaux filtrantes ou courantes, ils deviennent gris-foncé ou presque noirs. L'extérieur est uni et luisant, avec une mince zone externe d'une texture plus serrée et d'une densité plus grande que le reste du nodule Les nodules sont composés, soit d'une matière terreuse, contenant des débris de fossiles, des grains de quartz et des grains pisolithiques de phosphate de chaux, soit d'une substance ayant la texture et l'apparence des variétés jaune, blanche ou grise du *hard-rock phosphate*. Leur grosseur varie depuis la plus petite dimension jusqu'à celle d'une noix. Les fossiles qu'on y a remarqués n'ont pas permis de déterminer leur âge, et sont par conséquent insuffisants à en indiquer la dérivation.

L'anhydride phosphorique P^2O^5 est d'environ 32, 06 p. 0/0.

D. — River Pebble Phosphate

La désignation *river pebble* se rapporte à la manière dont cette catégorie de phosphates se présente habituellement. Le type, toutefois, ne se trouve pas seulement dans les rivières actuelles, mais aussi dans les larges dépôts remplissant leurs anciens lits, dans les sables des côtes, et encore dans certains " terrains boisés " *hummock lands*, comme dans la partie supérieure de la rivière Caloosahatchee. Le long de la rivière Peace, où il a été le plus étudié,

il se rencontre en bancs à la fois dans le lit actuel du cours d'eau et dans l'ancien, où il a été entrainé des couches riveraines d'argile et de marne, et des dépôts de *land pebble* gisant sous les lignes de partage. Les nodules sont bleus, noirs ou gris-foncé à l'extérieur ; gris ou brun-jaunâtre à l'intérieur ; ils atteignent souvent un pouce de diamètre. Leur texture interne est serrée et homogène, mais on y rencontre fréquemment des cavités résultant de la dissolution chimique, ou, plus rarement, de la disparition des débris de fossiles. Aux nodules sont mêlés des restes d'os et de dents de divers animaux, et des moules de coquillages phosphatés. Ces derniers caractérisent particulièrement les dépôts de phosphate du Caloosahatchee, où ils entrent dans la proportion d'au-moins 50 p. 0/0.

Une faible quantité de ces moules de coquilles offre des traces d'usure par le frottement ; mais dans le plus grand nombre de cas leur forme originelle, jusqu'aux crochets des bivalves et aux empreintes des univalves, est nettement conservée. Les couleurs intérieure et extérieure des moules de fossiles et des os sont les mêmes que celles des nodules proprement dits. Toutefois la structure interne des os s'est distinctement gardée. Dans les dépôts des cours d'eau de la Floride occidentale se trouvent des os de toutes tailles constituant la masse de ces dépôts.

Les débris blancs (carbonate de chaux) des coquilles du Pliocène et du post-Pliocène, dérivant de lits qui bordent le courant dans toute sa longueur, sont mêlés dans une grande proportion aux nodules du Caloosahatchee. On trouve également du sable et de l'argile avec les nodules, mais les coquilles servent de trait caractéristique ; car elles sont presque entièrement absentes des dépôts des autres cours d'eau.

Les nodules du Black Creek, qui vient de l'ouest et se jette dans le St-John à environ 20 milles au sud de

Jacksonville, ressemblent quelque peu à ceux de la rivière Peace, mais leur couleur extérieure est plus pâle ; ils sont ordinairement d'un brun-clair.

Les dépôts de la rivière Withlacoochee sont pour la plupart dérivés du *hard-rock phosphate* à travers lequel la rivière a tracé son cours. Ils ne diffèrent de la roche de terre que par la couleur noire causée par l'action de l'eau. Parmi les dépôts de rivière de Withlacoochee on trouve aussi très abondamment des os de grands animaux.

La proportion d'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ dans les nodules de la rivière Peace est d'environ 28, 40 p. %; dans ceux du Black Creek elle est de 20, 61 p. %.

V. — Les Dépôts.

A. — Hard-Rock Phosphate.

Aire éocène. — Les dépôts de cette classe dans l'aire éocène reposent dans une ceinture médiane étroite d'environ 150 milles de longueur, à peu près parallèle à la côte actuelle du golfe du Mexique et à une distance variant entre 25 et 50 milles selon les sinuosités de cette côte. Le *hard-rock phosphate* est essentiellement un dépôt de galets dans une gangue molle de sables, d'argiles et d'autres matières phosphatées résultant de la désagrégation du *hard-rock* et renfermant les *soft-phosphates*. Les matières constituantes reposent dans la plus grande confusion, la seule apparence d'ordre étant une division en sables superficiels contenant un peu de phosphate de *hard-rock* ou autres, et la formation de galets proprement dite avec sa gangue, qui s'étend immédiatement sous ces sables, avec une ligne inégale de discordance entre les deux. La plus

grande profondeur atteinte jusqu'à présent dans la formation est d'environ 60 pieds ; mais l'épaisseur du dépôt varie naturellement d'un lieu à un autre.

Le revêtement de sables superficiels varie également entre quelques pouces et 20 pieds, sa profondeur étant généralement inférieure à 10 pieds. Les sables sont d'un brun clair ou couleur de rouille, et consistent en grains de quartz de grosseur moyenne, mollement reliés par un ciment ferrugineux. Ils sont d'une composition très uniforme et ne présentent ni stratification ni autres lignes de de dépôt. Fréquemment des galets de *hard-rock* sont renfermés dans le sable, mais ils ne sont généralement que les portions supérieures du dépôt sous-jacent, autour desquelles la matière ancienne a été enlevée. La base des sables superficiels est un plan ondulé ; sa ligne de séparation d'avec la matière inférieure est quelquefois nette, ou il peut y avoir une gradation de couleur et de richesse en phosphate d'un dépôt à un autre.

Le dépôt de phosphate proprement dit est blanc ; les galets sont d'un contour irrégulier quoiqu'un peu arrondi ; leur diamètre varie de deux ou trois pouces à 8 ou 10 pieds ; on les rencontre en couches de toutes les positions, seuls ou en groupes, jusqu'aux plus grandes profondeurs qui aient été atteintes à ce jour. Une fosse récente, dans la propriété de Dunnellon, en offre une accumulation pyramidale irrégulière, dont la partie dégagée mesure 30 pieds de haut, 100 pieds de long et 40 de large. Toutes les formes d'assemblage peuvent se rencontrer, et c'est ce qui cause de si grandes différences dans le coût de l'exploitation. Des galets de toutes les variétés pétrographiques, massifs, laminés, intermédiaires ou à tous les divers degrés de désagrégation se trouvent en tous endroits. Outre le *soft-phosphate* proprement dit, la matière dont est composée la gangue du dépôt renferme un sable blanc quartzeux aux

grains plus ou moins fortement reliés par un ciment blanc phosphaté, et une argile ordinairement brune, mais assez souvent bleue, verte, blanche ou orangée, qui se présente en grandes masses irrégulières au milieu des autres portions du dépôt, ou entoure complètement les galets isolés. Ce sable et cette argile contiennent plus ou moins de phosphate de chaux en parcelles plus fines, résultant d'une distribution générale des parties désagrégées des galets au cours de la déposition. A la même époque, les eaux tenaient aussi en suspension un sédiment encore plus fin, qui se déposait avec ces matières, rendant les argiles elles-mêmes très riches en phosphates, et formant le ciment reliant les grains de sable. Les masses d'argile ont parfois un aspect laminé plus distinctement marqué dans certaines localités que dans d'autres. Ces sables et ces argiles se sont logés dans les pores et les cavités du *hard-rock* et forment une portion considérable de ses impuretés. Une pulvérisation minutieuse est nécessaire pour mettre le sable complètement en liberté, tandis que ce procédé, même en y ajoutant la calcination, ne débarrasse pas la roche de l'argile. Il est probable que le lavage sera joint tôt ou tard aux méthodes déjà employées pour le traitement d'une partie au moins du produit tiré de la mine.

La ligne qui sépare le vrai dépôt de phosphate des sables superficiels est souvent marquée par une plus ou moins grande quantité de gravier de *hard-rock*, dérivé des galets situés au-dessous, et dont les morceaux roulés autrefois par les eaux offrent généralement un certain degré d'usure. Ce gravier est universellement disséminé, mais sa proportion varie d'un point à un autre.

Aucun des dépôts de *hard-rock* de l'aire éocène n'a été trouvé dans sa position originelle. A côté des galets phosphatés on peut rencontrer des galets siliceux ou calcaires

dans la même fosse. Ces conditions sont les mêmes, quelle que soit la profondeur des explorations, et il est douteux qu'il en existe d'autres au-dessous du niveau de la mer, niveau que les fosses les plus profondes ont presque atteint.

La distribution des *rock-phosphates* est irrégulière ; il en existe des dépôts considérables dans certaines localités, tandis qu'il peut n'y en avoir absolument aucun dans d'autres. Il est impossible de conjecturer l'étendue des portions de la ceinture qui ne contiennent aucune trace de phosphate. Dans l'examen général de la surface entière, les contours des aires productives et improductives n'ont été établis qu'en bien peu de cas. La limite méridionale de la ceinture éocène est aux environs de Richland, dans le comté de Pasco. A partir de ce point, elle suit la direction de la rivière Withlacoochee, s'étendant généralement à l'ouest du cours d'eau jusqu'à Dunnellon, où, la rivière tournant brusquement à l'ouest, les dépôts la traversent, et se continuent avec une légère déviation, vers le voisinage de Fort White et d'Ichetucknee, d'où la ceinture revient à l'ouest, pour se montrer finalement productive à proximité de Luraville sur la rivière Suwanee.

Aire miocène. — Quoique le *hard-rock phosphate* de cette aire ressemble beaucoup dans ses caractères pétrographiques à celui de l'Éocène, il y a des différences importantes dans la manière dont il se présente. Les principales sont la position « in situ » du *hard rock* dans plusieurs localités, l'aspect stratifié du dépôt, et l'absence du *soft phosphate*. Ces traits sont dus en grande partie aux différences entre les stratifications originelles des époques miocène et éocène qui ont été les sources de leurs phosphates respectifs. D'autres différences sont attribuables à la genèse des dépôts. Les mêmes procédés de formation des phosphates se sont

répétés dans le Miocène et dans l'Éocène, mais la désagrégation et la recimentation des matériaux, si complète dans cette dernière aire, n'ont pas été poussées aussi loin dans l'autre. Le *hard-rock* dans l'aire miocène se trouve à la vérité en forme de galets dans les dépôts de sable, mais dans plusieurs localités, la roche existe encore en couches continues.

Le pays au-dessous duquel se trouve ce phosphate est bas, plat et boisé. Les couches reposent horizontalement à quelques pieds de la surface, recouvertes seulement par le sable superficiel, qui, dans les dépôts de galets, environne plus ou moins complètement la roche. L'épaisseur du lit « in situ » n'est ordinairement que de 4 ou 5 pieds; il est probable qu'elle dépasse rarement 10 pieds. Le phosphate est un produit altéré d'un calcaire plus ancien, et, comme tel, il est sujet aux variations originelles d'épaisseur d'un point à un autre. La couche sous-jacente, dans un ou deux cas, où la roche « in situ » a été traversée, est une argile qui n'a pas encore été observée d'une manière satisfaisante. Dans les dépôts de galets, l'ordre de succession est : à la surface, les sables superficiels, profonds de 1 à 7 pieds, et comprenant la plus grande partie du *phosphate rock*; au-dessous, un sable blanc quartzeux, dont les grains sont réunis par un ciment blanc phosphaté. Ce sable est parfois absent ; mais où on l'a observé, il a 1 ou 2 pieds d'épaisseur. On trouve plus bas une argile jaune, bleue, chamois ou blanche, qui, selon toute apparence, n'est que légèrement phosphatée.

L'absence des *soft-phosphates* dans l'aire miocène est digne de remarque; elle indique non seulement un degré de pulvérisation des éléments et d'action chimique ultérieure considérablement moindres que dans l'aire éocène, mais peut-être tout aussi bien des différences de détails topographiques.

Les lits de phosphate de l'aire miocène, galets ou autres, s'étendent depuis la base des escarpements de la formation de Lafayette vers le sud, à une distance indéterminée, sous une contrée plate et boisée. Leur continuité au-delà d'un mille est douteuse ; on rencontre fréquemment des corps siliceux non altérés qui indiquent des interruptions semblables à celles de l'aire éocène.

B. — Dépôts de Land-Pebble

Les caractères généraux de ces dépôts ont déjà été indiqués ; leur origine sera discutée plus bas ; il est donc inutile d'insister sur ce point.

C. — Dépôts de River-Pebble

La nature de ces dépôts a été indiquée d'une manière générale dans la description des caractères pétrographiques des nodules. La forme type se rencontre plus particulièrement dans les rivières Peace, Caloosahatchee, Alafia et autres, se jetant dans le golfe du Mexique, au sud des baies de Tampa et de Hillsborough. Les rivières du nord, la Withlacoochee, l'Aucilla, et celles de la Floride occidentale, charrient un mélange de nodules, de fragments de *hard-rock* et d'os, selon les couches qu'elles traversent. Les barres de la rivière Peace sont plus étendues que celles des autres cours d'eau, à cause du plus grand espace parcouru, qui fournit un surcroît de matières. Ces dépôts varient en quantité, comme dans toutes les rivières, et se déplacent d'un point à un autre avec les changements des courants, qu'elle qu'en soit la cause. La position des barres est habituellement, dans les eaux lentes, sous les convexités

du lit du courant; cependant, quand les dépôts sont plus considérables, ils peuvent s'accumuler sur la largeur totale du lit.

VI. — Origine des Phosphates

Introduction. — En présentant l'étude suivante sur l'origine des phosphates de la Floride, l'auteur se réserve le privilège d'y apporter des modifications, selon que les données relatives à la question deviendront plus complètes. Le témoignage tiré des variétés pétrographiques de phosphates, et des différences dans leur mode de dépôt, indique la diversité de leur origine et de leur développement, qui sont l'œuvre d'une multitude d'agents ayant travaillé ensemble ou séparément, mais avec influence des uns sur les autres. Les facteurs essentiels de l'origine du *rock-phosphate* sont : le phosphate de chaux ; le carbonate de chaux, comme calcaire, ou comme marne éminemment calcaire ; un réactif en présence duquel le phosphate et le carbonate de chaux sont solubles ; et l'eau comme agent de transport.

L'origine du phosphate de chaux dans les roches sédimentaires est inconnue ; sa distribution abondante dans les espèces végétales et animales, sa présence dans l'eau de la mer, dans les roches de tous les âges en quantité suffisante pour devenir une valeur industrielle, dans les calcaires et plus spécialement dans les calcaires crétacés et tertiaires, sont des faits reconnus depuis longtemps. Plusieurs autorités ont également constaté l'apparition du phosphate à l'époque récente, sous la forme de guanos lessivés et solubles sur plusieurs des îles de l'océan, et sa présence dans les strates sous-jacentes. L'observation actuelle reconnaît là une source tangible de phosphate ; mais les caractères détaillés plus haut supposent au phosphate de chaux

une autre origine plus générale que quelques dépôts localisés de fientes d'oiseaux ou que des accumulations presque aussi restreintes de débris d'animaux. Sa présence dans l'eau de la mer, à la manière du carbonate de chaux, quoiqu'en moindre quantité, est bien établie. Ces deux substances se rencontrent partout, et jouent un rôle important dans la vie au sein des eaux. Le transport d'une proportion considérable de phosphate de chaux a sans doute été accompli, dans un grand nombre de cas, par l'action d'animaux secrétant cette substance, qui s'est amassée, dans des localités où les conditions de dépôt étaient favorables, en sédiments, qui se fixaient ou recouvraient les surfaces des roches déjà déposées. Des courants océaniques ont pu aider à cette accumulation. De plus, les eaux, les marais et les terres du sud portent en eux la trace d'une vie abondante secrétant le phosphate de chaux et le restituant ensuite aux couches où repose cette vie. Dans certains cas, par exemple, dans le fait de la présence du phosphate de chaux dans une importante série de strates, l'étude des phosphates de tout l'univers fait attribuer une origine océanique à ce minéral, tandis que dans d'autres cas, elle lui assigne avec une égale probabilité une origine locale, provenant de dépôts de guanos et d'une accumulation de matières animales. Le transport secondaire évident du phosphate de chaux comme un sédiment reste à considérer.

L'action dissolvante des eaux chargées d'acide carbonique sur les calcaires et les marnes est bien connue. On a constaté que l'intensité de cette action sur les roches augmente en raison de leur porosité et de la quantité de surface moléculaire exposée. Les calcaires éocènes de la Floride sont extrêmement poreux. De plus, les eaux de la Floride sont maintenant et ont probablement été, depuis que la péninsule a émergé, très-chargées d'acide carbo-

nique. Le volume de ce gaz contenu dans les eaux distantes des côtes est donné par Bischof comme cinq fois supérieur à la quantité nécessaire pour tenir en dissolution le carbonate de chaux. Cette disproportion est encore plus considérable dans les eaux terrestres, si éminemment carbonatées. Le pouvoir dissolvant des eaux de la Floride est donc suffisant pour dissoudre de grandes quantités de carbonate de chaux, et encore beaucoup de phosphate de chaux.

La table suivante, publiée dans le « *Chemical Geology* » de Bischof, donne la solubilité du phosphate de chaux dans l'eau saturée d'acide carbonique.

	Partie d'eau saturée d'acide carbonique.
L'apatite se dissout dans.	393.000
Apatite, agitée vivement avec le liquide. . .	96.570
Phosphate neutre artificiel fraîchement précipité.	1.503
Même sel, après avoir été complètement séché à l'air.	2.042
Phosphate basique artificiel fraîchement précipité.	1.102
Même sel après avoir été complètement séché à l'air:	5.432
Même sel, après ignition	13.115
Os calcinés, ayant été exposés pendant plusieurs années et ayant absorbé de l'acide carbonique.	2.823
Rognures fraîches d'os de bœuf	4.610
Os fossiles ayant été ensevelis au moins trente ans	5.400 3.300

A propos de cette table, Bischof dit : « Ces résultats » montrent dans quelle remarquable proportion la solubilité » du phosphate de chaux varie avec la provenance et les » mélanges en présence. »

Par rapport à la solubilité de la matière des os, il ajoute : « La quantité d'acide carbonique nécessaire pour la disso- » lution des os n'est aucunement considérable, et dans des » conditions où l'acide carbonique est copieusement et » continuellement dégagé par la putréfaction, leur disso- » lution peut se faire rapidement. »

Et encore : « Il est digne de remarque que le phosphate » basique de chaux se dissout dans 3150 parties d'eau » contenant le douzième de son poids de chlorure de » sodium. La présence de chlorure d'ammonium augmente » encore la solubilité. Or, puisque le chlorure de sodium » se rencontre si fréquemment dans l'eau, l'action dissol- » vante de celle-ci sur le phosphate de chaux s'augmente » d'autant. »

Genèse du Hard-Rock et des Soft-Phosphates. — Le développement de ces dépôts peut se diviser en trois périodes : la première est celle où a été formée la roche originelle ; la seconde, celle des dépôts secondaires dans les cavités de la roche originelle (à l'exception des argiles et des sables récents) ; la troisième est celle où les dépôts ainsi formés se sont désagrégés et où les fragments et la matière pulvérisée résultant de cette désagrégation ont été redéposés dans l'état où on les rencontre aujourd'hui.

La première de ces périodes n'a probablement pas commencé plus tard qu'à la fin des plus anciens dépôts miocènes, et dans l'aire éocène elle peut avoir commencé beaucoup plus tôt. Il est difficile de décider si le phosphate primitif est le résultat d'un dépôt superficiel et considérable de guanos solubles recouvrant les calcaires,

carbonate de chaux des époques pré et post-glaciaires dans la région des sources thermales du Mammouth dans le Parc de Yellowstone (*). Toutes les formes de la variété laminée, passant de la structure semi-compacte ou compacte laminée à la structure massive, peuvent se rencontrer dans les deux dépôts.

Des dépôts par précipitation chimique sur des surfaces libres d'après la manière spécifiée ci-dessus peuvent s'être produits, selon les circonstances, soit sur une surface exposée à l'air libre, soit dans une cavité intérieure. Dans ce dernier cas, par une production continue, la cavité se remplirait d'une roche laminée ou massive qui, par la dissolution des matières environnantes, ou par la désagrégation complète de la formation comme dans les temps récents, affecterait finalement la forme d'un corps arrondi de phosphate de chaux ressemblant à un galet roulé par la mer. La configuration des dépôts actuels de *hard-rock phosphate* est probablement due à la fois à ce mode d'origine et au frottement subi par les fragments de matière. Un autre mode de dépôt de la roche laminée peut exister dans le lavage continu d'un affleurement côtier par la mer, chaque vague qui se brise sur sa surface abandonnant une petite quantité de phosphate de chaux précipité en raison de la perte par aération de l'acide carbonique qui sert de dissolvant.

Parmi les dépôts d'origine secondaire dans les interstices de la roche primitive, il est évident que plusieurs sont dus à la sédimentation actuelle. Il est très possible que d'autres dépôts, particulièrement la variété blanche homo-

(*) Pour avoir une description complète des dépôts de carbonate de chaux du Parc-National de Yellowstone, consulter l'article de W. H. Weed sur les « *Formations de Travertin*, etc. » dans le Ninth annual report du Directeur du " United States Geological Survey. "

ou de la concentration du phosphate de chaux déjà disséminé abondamment et uniformément dans toute la masse de la roche originelle, ou s'il provient à la fois de ces deux sources. Dans tous les cas, l'évidence prouve l'effet de la filtration des eaux superficielles éminemment chargées d'acide carbonique et d'acides humiques, et rendues ainsi aptes à entraîner dans la masse du calcaire le phosphate de chaux dissous pour le déposer de nouveau dans des conditions favorables à sa précipitation. De telles conditions peuvent avoir été amenées par un simple échange de bases entre le phosphate et le carbonate de chaux ainsi mis en présence, ou par une diminution du pouvoir dissolvant des eaux par perte d'acide carbonique. Cette perte devait se produire quand l'acide était employé à la dissolution d'une nouvelle quantité de carbonate de chaux, ou quand l'acide s'échappait de l'eau par l'effet de l'aération. La zone de dépôt du phosphate était apparemment une zone de double concentration, résultant d'une part de l'enlèvement du carbonate soluble élevant la proportion du phosphate moins soluble, et, d'autre part, de l'acquisition d'un phosphate de chaux additionnel provenant des parties supérieures du dépôt.

L'épaisseur de la formation de phosphate dans l'aire éocène est inconnue, mais il est douteux qu'elle ait dépassé 20 pieds. Dans l'aire miocène, les phosphates en place ont montré une profondeur de 6 à 12 pieds.

Une grande partie de la roche primitive éocène et miocène a plutôt l'aspect d'un dépôt par précipitation que d'une modification ayant pour cause le remplacement du calcaire par le phosphate. Mais l'un ou l'autre de ces modes de formation peut avoir eu lieu dans les conditions existant à cette époque. Un fait intéressant et suggestif se rapportant à ce qui précède est que des duplicata précis de la structure des premiers phosphates se trouvent dans les dépôts de

carbonate de chaux des époques pré et post-glaciaires dans la région des sources thermales du Mammouth dans le Parc de Yellowstone (*). Toutes les formes de la variété laminée, passant de la structure semi-compacte ou compacte laminée à la structure massive, peuvent se rencontrer dans les deux dépôts.

Des dépôts par précipitation chimique sur des surfaces libres d'après la manière spécifiée ci-dessus peuvent s'être produits, selon les circonstances, soit sur une surface exposée à l'air libre, soit dans une cavité intérieure. Dans ce dernier cas, par une production continue, la cavité se remplirait d'une roche laminée ou massive qui, par la dissolution des matières environnantes, ou par la désagrégation complète de la formation comme dans les temps récents, affecterait finalement la forme d'un corps arrondi de phosphate de chaux ressemblant à un galet roulé par la mer. La configuration des dépôts actuels de *hard-rock phosphate* est probablement due à la fois à ce mode d'origine et au frottement subi par les fragments de matière. Un autre mode de dépôt de la roche laminée peut exister dans le lavage continu d'un affleurement côtier par la mer, chaque vague qui se brise sur sa surface abandonnant une petite quantité de phosphate de chaux précipité en raison de la perte par aération de l'acide carbonique qui sert de dissolvant.

Parmi les dépôts d'origine secondaire dans les interstices de la roche primitive, il est évident que plusieurs sont dus à la sédimentation actuelle. Il est très possible que d'autres dépôts, particulièrement la variété blanche homo-

(*) Pour avoir une description complète des dépôts de carbonate de chaux du Parc-National de Yellowstone, consulter l'article de W. H. Weed sur les « *Formations de Travertin*, etc. » dans le Ninth annual report du Directeur du " United States Geological Survey. "

gène, aient été précipités de l'eau s'infiltrant encore à travers le phosphate de première formation. Le cours de la déposition d'origine secondaire doit s'être poursuivi d'une manière périodique ou continue pendant un espace de temps considérable, jusqu'à ce qu'un changement définitif climatologique ou géologique ait amené des conditions défavorables. Outre ce mode d'action, nous mentionnerons encore la rupture de la roche déjà phosphatée, et la cimentation nouvelle de ses parties par une matière également pure qu'on rencontre quelquefois dans la variété bréchiforme.

Les dépôts de phosphates ainsi formés aux époques éocène et miocène de la presqu'île de la Floride étaient remarquablement dépourvus de fer et d'alumine comparés à plusieurs des dépôts des Indes Occidentales. La proportion originelle peut avoir été tant soit peu réduite au cours de la formation de la roche, mais en aucun temps elle n'a été aussi élevée que dans les roches de Navassa, par exemple.

La troisième période dans la genèse du *hard-rock* comprend la destruction des couches originelles et le tassement des galets qui en sont résultés, tel qu'on le trouve encore aujourd'hui. L'époque en est incertaine ; mais ce doit avoir été pendant la dernière submersion de la péninsule, quand les conditions étaient sans doute extrêmement favorables à la dissolution et à l'érosion du calcaire s'étendant sous la zone phosphatée. Ce calcaire est partout d'une nature comparativement molle et friable, et se désagrège facilement quand il est exposé à l'action de l'eau ou de l'atmosphère. Le support étant ainsi déplacé, les couches supérieures ont été rompues, lavées et roulées en fragments arrondis, et leurs interstices ont été de plus en plus remplis par les matières — sables, argiles et *soft-phosphates* — naturelle-

ment tenues en suspension dans les eaux. La distance à laquelle les galets ont été transportés de la couche originelle est probablement légère.

La matière dans laquelle on trouve maintenant les galets dérive de diverses sources. Les sables marins ou les argiles, en tout ou en partie, ont été probablement amenés par les courants, les premiers étant cimentés de nouveau par le fin sédiment phosphaté tenu en suspension. Une partie du *hard-rock* a été pulvérisée, retenant tantôt la forme du galet originel, ou étant complètement détruite et emportée en menus fragments pour être mêlée aux sables et aux argiles de dépôt synchronique. La distribution générale du *soft-phosphate* fin, impalpable dans toute l'étendue du dépôt est expliquée par l'énorme quantité de sédiment de cette nature tenu en suspension.

Genèse du Land-Pebble Phosphate. — Les ressemblances de texture, couleur, moules de fossiles et d'aspect général des nodules de ce dépôt avec ceux du type *hard-rock*, permettent de supposer qu'ils dérivent d'un calcaire des temps pré-pliocènes, ou peut-être du miocène. D'autre part, la couleur blanche dominante, l'apparence souvent terreuse des surfaces fraîches, la proportion moins élevée du phosphate de chaux, le peu de consistance et les conditions de préservation des fossiles qu'ils renferment, font plutôt croire qu'ils tirent leur origine d'un calcaire friable, marneux, ou tout au moins très terreux. Dans l'un ou l'autre cas, ces nodules peuvent être les fragments roulés de lits préexistants, possibilité qu'augmentent encore le caractère de leur gangue et la présence occasionnelle de galets de quartz blanc bien arrondis.

Le professeur N. S. Shaler dans un mémoire inédit intitulé « *Residual Ablation Deposits* » place le *land-pebble* dans la catégorie des dépôts résiduels. Selon cet observateur

expérimenté, les circonstances qui favorisent le développement des dépôts résiduels contenant une grande proportion de phosphate de chaux, paraissent être les suivantes :

« Il est d'abord nécessaire d'avoir des lits épais de cal-
» caire extra-riches en matières phosphatées. Ces lits ne
» doivent pas être d'une nature trop dense, car il est
» important qu'ils permettent aux eaux du sol de pénétrer
» dans leur profondeur et d'accomplir par là leur action
» de lessivage approprié Les pluies doivent être abon-
» dantes dans le district en question, afin de fournir un
» volume considérable d'eau d'infiltration et de maintenir
» le sol riche en matières végétales décomposées, qui
» donnent aux eaux pluviales leur pouvoir dissolvant. Cet
» assemblage de conditions se présente rarement. A ma
» connaissance, on ne le trouve sur une grande échelle
» que dans l'extrême sud-est des Etats-Unis, où les marnes
» calcaires des âges tertiaire et crétacé ont été exposées à
» la grande action de lessivage dans les périodes géolo-
» giques récentes, et particulièrement durant les parties de
» ces âges où la région était beaucoup plus élevée qu'à
» présent au-dessus du niveau de la mer.....

» Les meilleures conditions pour l'accumulation des dépôts
» précieux de phosphate de chaux en débris résiduels
» paraissent être réalisées quand les marnes calcaires
» phosphatées sont d'une nature plutôt molle, les lits sépa-
» rés n'ayant pas une consistance trop grande pour s'oppo-
» ser à la filtration de l'eau à travers les innombrables
» fissures qui pénètrent ordinairement les matières stra-
» tifiées, même quand elles sont d'une nature très molle.
» L'effet de l'eau descendant à travers un dépôt de ce genre
» paraît être d'enlever presque tout le carbonate de chaux,
» et de laisser le phosphate de chaux sous forme de mor-
» ceaux noduleux ou sub-angulaires. Dans leur premier

» état, ces fragments de matière concentrée semblent avoir
» eu leur forme déterminée jusqu'à un certain point par
» les plans de fractures naturels de la roche. Sur les sur-
» faces de ces fragments, il parait y avoir eu, dans quel-
» ques cas, peut-être même généralement, une certaine
» proportion d'un dépôt de concrétion. Il en résulte que
» les fragments de nodules phosphatés ont ordinairement
» des surfaces unies d'aspect presque poli. Il est à noter
» que ces fragments ont été nécessairement soumis à un
» frottement plus ou moins grand les uns contre les autres,
» ainsi qu'il arrive toujours dans les dépôts de résidus de
» cette nature. Il est évident que le travail de concentration
» tel que je le suppose n'a pu être accompli sans une
» augmentation du mouvement interstitiel, et, par suite,
» du frottement des fragments les uns contre les autres. »

« Dans le cas des nodules de phosphate, il est évident
» que les fragments ont été jusqu'à un certain point
» balayés des hauteurs dans les vallées. Ainsi, sur les
» lignes de partage peu élevées qui séparent le district de
» la rivière Alafia des parties avoisinantes de la Floride,
» les nodules phosphatés peuvent ne former qu'une mince
» couche, ou manquer totalement, tandis que dans les
» vallées, les accumulations de matière noduleuse peuvent
» avoir une épaisseur de 30 pieds ou plus. Ce travail de
» séparation a sans doute été accompli par les cours d'eau
» eux-mêmes, mais, dans mon opinion, il est principa-
» lement dû à l'action de la mer pendant la période (ou
» les périodes) où cette partie de la péninsule a été sub-
» mergée pour se relever ensuite au-dessus du niveau de
» la mer. L'action de la mer dans cette œuvre de concen-
» tration paraît indiquée par la présence fréquente de dents
» de squales et d'autres débris d'espèces marines, dont
» l'état de préservation me semble marquer clairement
» qu'ils ont été formés plus tard que les nodules. Ces

» débris paraissent en effet des éléments purement acci-
» dentels et extrêmement modernes du dépôt. Ils n'ont
» évidemment éprouvé aucun frottement semblable à celui
» qui a affecté les nodules. »

De toutes les suppositions précédentes, celle du professeur Shaler est peut-être celle qui explique mieux les faits.

Le dépôt originel, dont le dépôt présent est le résidu, peut avoir été formé de sédiments dérivés des dépôts de phosphate plus anciens. Ces sédiments doivent s'être fixés comme une boue phosphatée, le phosphate de chaux en suspension étant déposé avec le sable et se séparant en portions de dépôts, qui deviennent ensuite des nodules. On trouve assez fréquemment des grains oolithiques avec des fossiles et du sable disséminés dans la masse des nodules.

Les dépôts de nodules, de *plate-rock* et de *soft-phosphate* situés à l'est de l'aire éocène sont considérés comme presque aussi anciens que les couches de *land-pebble* de la Floride méridionale. La péninsule de la Floride, depuis les temps éocènes, s'est développée principalement vers l'est, et on peut inférer des matériaux constituant les strates que les pentes superficielles et le drainage ont aussi suivi principalement cette direction. C'est donc du côté oriental de la ceinture de *rock-phosphate* que les sédiments qui en sont dérivés, et les matériaux charriés en dissolution ont de nouveau été déposés dans les cavités des calcaires plus anciens en lits bien développés de caractère particulier. Ces dépôts sont hétérogènes dans la nature et la distribution de leurs éléments, provenant en partie de l'érosion et de la dissolution du calcaire sous-jacent, en partie des substances de diverses sources remplissant les cavités, comme aussi de la désagrégation des lits de la roche déjà déposée et résultant elle-même de l'apport successif d'un sédiment très fin.

Genèse du River-Pebble Phosphate. — L'origine du *river-pebble* est sans doute assez conforme à celle du *land-pebble.* Il doit être tiré directement, en tant que nodules et moules de coquilles, d'une marne préexistante éminemment phosphatée. Il peut encore s'être formé par la concrétion du phosphate de chaux en nodules et moules de coquilles, et l'élimination subséquente du carbonate, qui a mis en liberté nodules et moules, et qui a permis leur accumulation en couche superficielle, immédiatement au-dessous du sol, ou en barres dans les rivières, selon la localité, terrains boisés ou lits de cours d'eau, où cette action s'est produite.

Variations de la proportion de phosphate de chaux dans les différentes catégories de phosphates. — Il y a deux manières de les expliquer. En premier lieu, la substance originelle, dont les phosphates sont des produits altérés, était un calcaire ou une marne, le *hard-rock* dérivant peut-être du calcaire, et les deux catégories de *pebble-phosphate,* de la marne. Le carbonate de chaux, dans les marnes et calcaires naturels, est souvent en quantité très variable. Le phosphate de chaux se montre dans le produit altéré proportionnel à la quantité de carbonate de chaux dissous dans la substance originelle. Dans les calcaires phosphatés presque purs, le phosphate de chaux a dû atteindre la proportion élevée correspondante. D'autre part, dans les marnes, où la proportion de chaux est souvent faible, la quantité résultante de phosphate a dû être diminuée en conséquence. Si maintenant le phosphate de chaux tend à former des amas séparés et que la proportion des lits respectifs ait disparu, les matières phosphatées restantes doivent varier dans leur richesse en phosphate proportionnellement au carbonate de chaux contenu dans la masse de la roche originelle.

La seconde explication de ces différences dans les proportions de phosphate de chaux a été fournie par Shaler, et repose sur la solubilité de cette substance dans les eaux chargées d'acide carbonique, et sur le temps plus long pendant lequel une catégorie, comme par exemple le *river-pebble*, a été soumise à l'action dissolvante, en comparaison d'une autre catégorie, telle que le *land-pebble*. Chacune de ces explications est satisfaisante, et il est probable que dans beaucoup de cas, elles peuvent s'appliquer toutes les deux.

VII. — Composition chimique des Phosphates (*)

Les analyses jointes à ce traité ont été choisies en vue d'étudier la relation entre la composition chimique et l'aspect physique des différents phosphates. Toutefois, il ne faudrait pas considérer ces spécimens comme représentant ou en phosphate de chaux, ou en fer, ou en alumine, ou en matières insolubles, la teneur générale de la roche dans les mines dont ils proviennent. Les analyses données renferment de nombreuses variétés du genre *hard-rock* et des spécimens typiques des classes du *land-pebble* et du *river-pebble*. Deux séries d'observations spéciales, nos 74 et 97, faites sur des variétés sablonneuses du premier type, donneront une idée de la distribution des éléments insolubles ou sans valeur à travers la masse de la roche. Les éléments déterminant les valeurs relatives des phosphates sont : l'anhydride phosphorique ($P^2 O^5$) l'oxyde de fer et l'alumine ($Fe^2 O^3$ et $Al^2 O^3$), l'acide carbonique CO^2 et les matières insolubles. Ils vont être étudiés dans les diverses catégories de phosphates.

(*) Les analyses chimiques accompagnant ce traité ont été faites par le docteur Chatard, de la section de Chimie du U. S Geological Survey.

Hard-rock phosphates. — La proportion d'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ contenue dans cette catégorie oscille un peu autour de 36, 65, ce qui correspond en langage commercial à 80 p. 0/0 du phosphate tricalcique ($Ca^3 P^2 O^8$). La proportion de $P^2 O^5$ est généralement en raison inverse de celle des matières insolubles, et principalement du sable. L'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ varie dans les analyses depuis 32, 68 (74, 34 p. 0/0 de $Ca^3 P^2 O^8$) dans le n° 87 jusqu'à 38,84 (84,79 p. % de $Ca^3 P^2 O_8$ dans le n° 96. La matière insoluble varie depuis 8, 78 dans la première de ces analyses jusqu'à 0,49 dans la dernière ; mais, à ce sujet, il faut remarquer qu'il y a fréquemment des variations légères dans la quantité soit d'anhydride phosphorique soit de matières insolubles, comme par exemple 0,05 de matières insolubles dans un phosphate contenant 37, 76 de $P^2 O^5$ (82, 43 $Ca^3 P^2 O^8$) ; mais ces variations ne doivent pas être considérées comme détruisant la loi générale.

Dans les phosphates de la Floride, les substances avec lesquelles l'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ entre en combinaison, sont, par ordre d'affinité : la chaux, l'alumine et le fer. Dans les variétés qui se rapprochent le plus de la roche-type de la classe, les combinaisons avec l'alumine et le fer sont au minimum. Toutefois dans l'autre extrême, où soit le sable, soit l'argile joue un rôle important, une quantité considérable de $P^2 O^5$ est combinée avec le fer et l'alumine. Tel est aussi le cas dans les *soft-phosphates* réprésentés par le n° 98. Ce dernier peut véritablement être regardé comme un phosphate de chaux, d'alumine et de fer dans lequel cependant le fer entre dans une faible proportion.

La quantité de chaux Ca O et de magnésie Mg O en combinaison dans les phosphates de la classe du *hard-rock* est ordinairement en proportion directe avec la quantité d'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ contenue dans ces phos-

phates. Toutefois, dans le n_o 63 le pourcentage plus élevé de la chaux, même avec une proportion moindre de $P^2 O^5$, s'explique par la quantité d'acide carbonique présent.

Il arrive quelquefois que lorsqu'un phosphate renferme une grande proportion de matières insolubles, les quantités d'alumine et de fer, mais principalement de la première, sont considérablement augmentées. C'est un caractère ordinaire de la sédimentation; car dans l'étude générale des dépôts, on observe que presque partout où des sables ont été déposés, des argiles l'ont été également. Dans les phosphates dont la roche renferme ces matières, les sables seuls sont apparents, l'argile étant indiscernable.

Dans des conditions légèrement différentes, les sédiments étrangers peuvent facilement avoir prédominé dans l'argile; il en résulterait des analyses telles que les nos 42, 96, et 99, tandis que dans le *soft-phosphate*, tel qu'il est représenté dans le no 98, le pourcentage élevé de l'alumine a été depuis longtemps reconnu.

La portion insoluble des phosphates de *hard-rock* est principalement le sable, sous la forme de grains de quartz arrondis, blancs et transparents. Une connaissance préliminaire des proportions relatives, telles qu'elles sont déterminées par les analyses chimiques dans une roche d'apparence variable, fournit à l'ingénieur une estimation approximative de la valeur comparée des spécimens soumis à l'inspection. L'échantillon no 97, qui est cité comme contenant le plus de matières insolubles, est en réalité un sable phosphaté, type qui se rencontre fréquement dans le champ de *hard-rock*, associé particulièrement avec le *soft-phosphate*, et à qui ses propriétaires attribuent de la valeur. L'inspection de l'analyse donne l'explication de ses caractères et de sa valeur actuelle.

L'acide carbonique dans le *hard-rock* est indicatif de la proportion du carbonate de chaux. La quantité qu'on en

trouvedans le n° 63, analyse d'incrustations secondaires, dans un spécimen remarquable d'une formation de ce genre, est digne d'attention. On doit ajouter cependant qu'il a été impossible de séparer complètement l'incrustation de la partie supérieure de la roche.

La fluorine qu'on rencontre universellement parmi les éléments des phosphates de la Floride, est d'importance à la fois scientifique et pratique ; mais les recherches concernant ce corps, dirigées par le docteur Chatard, sont à leur début, et ne permettent pas encore d'établir la valeur géologique ou économique des gisements de ce minéral.

Les éléments de dépréciation de tous les phosphates sont principalement les matières insolubles, le carbonate de chaux, l'oxyde de fer et l'alumine. Parmi ces éléments, les matières insolubles, en quantité modérée, sont de moindre importance, puisque leur effet, principalement mécanique, n'est que d'augmenter par leur poids le coût du transport et de la main-d'œuvre.

Le second élément, le carbonate de chaux, a en outre un désavantage chimiqne, en ce qu'il absorbe une certaine quantité de l'acide sulfurique employé dans la fabrication des superphosphates, augmentant ainsi les frais. Les autres détériorants importants contenus dans les phosphates naturels sont l'oxyde de fer et l'alumine. Leur effet est complexe ; mais les principales objections contre ces corps sont leur tendance, premièrement, à causer, par la perte directe de $P^2 O^5$, la rétrogradation du phosphate acide, et secondement, à rendre le produit manufacturé humide et visqueux, et difficile sinon impossible, à sécher. Les acquéreurs de phosphate admettent ordinairement une proportion de 4 p. % de $Al^2 (Fe^2) O^3$, déduisant, par chaque unité de ces substances dépassant ce pourcentage, l'équivalent de

phosphate de chaux qui aurait été utilisable si l'anhydride phosphorique $P^2 O^5$ n'avait pas été absorbée par l'oxyde $Fe^2 (Al^2) O^3$.

Parmi les échantillons de *hard-rock* et de *soft-phosphate*, il y en a quatre dont les analyses ont été dirigées sous le rapport spécial de l'étude de la distribution de leurs éléments nuisibles. Ce sont les nos 74, 87, 97 et 100. Les nos 74 et 97 ont été soumis à l'étude la plus complète, les résultats obtenus ont été les mêmes dans les nos 87 et 100, jusqu'au point où les investigations ont été poussées. Les études, dont quelques-uns des résultats typiques sont donnés dans les analyses, furent suggérées au Dr T. M. Chatard et à l'auteur durant une excursion qu'ils firent ensemble dans les régions du *hard-rock* de la Floride. Les recherches, dont les résultats sont donnés dans le tableau des analyses, furent entièrement conduites par le Dr Chatard, et sont décrites dans son opuscule présenté à cette Assemblée : *On phosphate chemistry as it concerns the miner*. (De la chimie des phosphates dans ses rapports avec le mineur).

Land-pebble. — Les analyses données de cette catégorie de phosphates, quoiqu'elles ne soient qu'au nombre de deux, 937 *A* et 940, peuvent être regardées comme typiques, et en même temps, comme représentant par les variations de proportion de leurs divers éléments constitutifs, spécialement de leur anhydride phosphorique, les deux limites extrêmes des séries de gradation de la roche. Le pourcentage le plus ordinaire du phosphate de chaux est entre 68 et 70 ; mais, assez souvent, cette classe de phosphate se rapproche des membres inférieurs de la série du *hard-rock*, et des supérieurs de la classe du *river-pebble*. La ligne de démarcation entre les trois classes sous ce rapport est cependant distincte, tout à fait aussi distincte on fait que les différences de leurs aspects physiques. Leur

teneur en chaux tombe généralement aussi en-dessous de la proportion de cet élément constitutif dans le *hard-rock*. Il n'est point utile de faire ici mention spéciale de leurs autres éléments.

L'analyse n° 937 *B* réprésente la gangue qui contenait le nodule fournissant 937 *A*. La gangue était sablonneuse, mais ce caractère est éminemment variable. Le phosphate de chaux qu'elle renferme est en partie le résultat d'une fine matière de nature semblable aux nodules eux-mêmes, mais qu'on n'a pas voulu séparer parce qu'on désirait avoir la teneur générale de la gangue, représentant les déchets du lavage dans l'opération du traitement.

Ce spécimen représente probablement le plus faible pourcentage rénumérateur pour arranger, laver et séparer les deux composants du dépôt, les nodules et la gangue. La proportion d'alumine et de fer, et plus particulièrement de la première, est élevée, ce qui semble être le cas dans tous les phosphates de composition tendre soit du *hard-rock*, soit des autres aires. Cet échantillon contient beaucoup d'eau, à cause d'un lavage auquel la matière originelle avait été soumise pour la séparation du nodule de 937 *A* d'avec la gangue. Le dessèchement préalable n'avait pas été porté au degré où il aurait pu l'être.

River-Pebble. — La composition chimique du *river-pebble* proprement dit du côté occidental de la péninsule de la Floride, est approximativement la même pour toute la région. Dans cet exposé, on n'a pas compris les *rock-phosphates* et les os des cours d'eau du nord. Les impuretés trouvées dans le produit du Calooshatchee sont hétérogènes, et consistent en grande partie en carbonate de chaux résultant du mélange intime avec les nodules des débris de coquilles du Pliocène et des formations plus récentes, détachés des strates situées en amont de la rivière et entr aînés

dans les barres. Les analyses nos 947 et 950 démontrent respectivement la présence de seulement 28, 36 de P^2O^5 (61, 91 $Ca^3P^2O^8$), et de 28, 47 de P^2O^5 (62, 15 $Ca^3P^2O^8$) qui peuvent être regardés comme la moyenne de la catégorie ; mais la proportion de P^2O^5 s'élève fréquemment à 29, 32 p. % (64,00 $Ca^3P^2O^8$), et quelquefois même plus haut. La teneur en $Al^2(Fe^2)O^3$ est pratiquement la même que dans la meilleure catégorie du *hard-rock phosphate* ; la teneur en chaux CaO est un peu plus faible ; la quantité de matières insolubles est approximativement la même que dans le *land-pebble*, peut-être un peu plus grande ; et il y a une augmentation perceptible de l'acide carbonique CO^2 dans les analyses données, comme aussi beaucoup d'eau à la chaleur rouge.

La forte proportion de matières insolubles dans le no 947 est probablement due à un nettoyage imparfait, quoique l'échantillon ait été pris directement de l'armoire où on l'avait emmagasiné après dessication.

Le phosphate de Black Creek diffère de ceux de la côte occidentale de la péninsule en ce qu'il contient moins d'anhydride phosphorique, et, par conséquent, de phosphate tricalcique. L'échantillon pris (no 1) contenant 21, 06 P^2O^5 (45 97 $Ca^3P^2O^8$) en fournit à peu près la proportion moyenne.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride.

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	25	**42**	**55**	**63**	**74**
Perte à 105° (1)	.....	51	78	20	1,05
— au rouge	.....	.....	.....	3,31	2,42
CO^2	.....	2,78	2,41	3,15	2,48
Fl.	.....	.....	2,66	1,94	2,40
Résidu (2)	10, 25 } 53	82, 84 } 83	1,98, 2.34 } 2,16	05	5,98, 5,73 } 5,85
$Al^2 (Fe^2) O^3$	2,19, 2,29, 2,32 } 3,20	3,22, 3,39 } 3,30	2,28, 2,30 } 2,29	91, 95 } 93	46,16, 46,12 } 46,14
Al^2O^3	.....	.....	1,55	.....	3,88
Fe^2O^3	.....	.....	48	.....	56
Ca O	.....	.....	50,99, 50,63 } 50,81	54,46, 54,42 } 54,44	5,13, 5,10, 5.16 } 5,13
Mg O	.....	.....	.....	2,00	21
P^2O^5 (3)	36,50	36,62	35,55	37,73	33,98

Hard-Rock

N° 25. Phosphate gris typique ;
N° 42. Phosphate tacheté de brun et de blanc ;
N° 55. Roche avec cavités remplies de sable libre ;
N° 63. Incrustation mamelonnée ;
N° 74. Phosphate fossilifère contenant des cavités avec sable.

(1) Eau. — (2) Insoluble dans l'eau régale. — (3) $P^2O^5 \times 2,183 = Ca^3P^2O^8$.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride — (suite)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	74 *A*	**74 *B***	**74 B_1**	**74 B_2**	**74 B^3**
Perte à 105o.	.....	.....	.....	.....	.....
— au rouge	.....	.....	.....	.....	.....
CO_2	.....	.....	.....	.....	.....
Fl	.....	.....	.....	.....	.....
Résidu	56 51 } 53	8,55 8,58 } 8,56	51 52 } 51	26	14,50 14,57 } 14,53
Al^2 (Fe^2) O_3	3,43 3,29 } 3,39	6,40 6,32 6,21 } 6,32	2.43 2,37 2,43 } 2,41	3,64 3,52 3,47 } 7,79	7,75 7,80 7,83 } 7,79
Al_2O_3	.....	.....	.....	.....	.....
Fe^2O^3	.....	.....	.....	.....	.....
CaO MgO	.....	.....	.....	.....	.....
P^2O^5	37,83	32,60 32,61 } 32,60	37,43 37,45 } 37,44	34,70 34,68 } 34,69	29,96 30,00 } 29,9

Hard-Rock

L'échantillon n° 74 a été broyé et passé au tamis à mailles n° 10. 512 grammes ont été soumis au tamis à mailles n° 20.

74 *A*. Portion ne passant pas à travers le tamis à mailles n° 20. 184 gr. ou 35 38 pour cent.

74 *B* Portion passant à travers le tamis n° 20, 328 gr ou 64 62 %. 54 gr. de 74 *B* ont été lavées dans le tube de Thoulet avec de l'eau et ont donné :

74 B_1 parties grossières séchées à 105°.	17 gr.	05	=	34 10 %
74 B_2 — moyennes	7	50	=	15 00
74 B_3 — fines	23	05	=	46 10
Perte, parties en suspension.	2	40	=	4 80
	50	00		100 00

Analyse chimique des Phosphates de la Floride — (suite)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	74 Mélange	**80**	**83**	**87**	**87 *A***
Perte à 105°.	... .	.....	.....	51	19
— au rouge.	....	.. ..	.....	....	....
BO^2	... .	.....	....	2,95	3.75
Fl.....	....	.. ..	... .	.....	.....
Résidu	3,56 } 3,60 3,64	08 } 08 08	05 } 05 05	8,76 } 8,78 8,80	4,48 } 4,46 4,44
Al^2 (Fe^2) O^3..	5,77	1,37	1,24	2,42	1,18
Al^2O^3.....	....	....	. .....	... .	....
Fe^2O^3..... ..	.....	. .....	.....	.....	....
CaO	....	.....	.....	. ...	.....
MgO	.....	....	.....	.....	.....
P^2O^5.....	35,21 } 35,27 35,33	38,40 } 38,39 38,38	37,75 } 37,76 37,78	32,68 } 32,68 32,68	34,71 } 34,86 35,01

Hard-Rock

74. *Mélange.* Mélange des divers produits des 74 séries ;

80. Phosphate grossièrement zonaire avec argile dans les cavités ;

83. Variété grise du n° 80, typique;

87. Roche compacte zonaire un peu sableuse ;

87. *A*. Portion de 87 ne passant pas au tamis n° 20.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride – (suite)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	87 *B*	**89**	**96**	**97**	**97 *A***
Perte à 105°.	40	.....	07	40	46
— au rouge	.....	.....	2,96	.....	.....
CO^2.....	2,85	.....	1,65	2,80	1,71
Fl	.....	.....	.....	.....	.....
Résidu.....	11,79 11,86 } 11,33	23 25 } 25	49	34,89 34,65 } 34,77	18,05 18,20 } 18,13
Al^2 $(Fe^2)O^3$..	2,35	68	4,22	6,33	5,54
Al^2O^3.....	.....	.....	3,07	.....	.....
Fe^2O^3.....	.....	.....	96	77	.....
CaO.....	.....	.....	50,09 50,07 50,08	.....	.....
MgO.....	.....	.....	30	.....	.....
P^2O^5.....	31,46 31,47 } 31,47	37,24 37,39 37,31	38,82 38,86 38,88	23,98 24,18 } 24,00	30,50 30,49 } 30,4

Hard-Rock

87. *B*. Portion de 87 ne passant pas à travers le tamis n° 20;
89. Type de roche laminée à texture compacte ;
96. Bloc de roche jaune à l'intérieur, blanc à l'extérieur, poreux ;
97. Phosphate sableux typique, en réalité sable phosphate. Échantillon passé au tamis n° 10
97. *A*. Portion de 97 ne passant pas à travers le tamis n° 20 : 50 gr. 20,75 %.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride — (suite)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	97 *B*	**97 *B*₁**	**97 *B*₂**	**97 *B*₃**	**98**
Perte à 105o	43	12	33	17	44
— au rouge	.....	.....	.....	.....	4,76
OC^5	1,07	79	1,20	1,39	2,33
Fl.....	.....	.....	.....	.....	2,55 / 2,59 / 2,59 } 2,58
Résidu	44,19	61,86 / 62,25 } 62,65	38,11	10,50	4,25
Al^2 (Fe^2) O^3.	7,70	2,25	7,97	15,57	7,85
Al^2O^3.....	.....	.....	.....	.....	7,01
Ee^2O^3	.....	.....	.....	.....	1,46
CaO.....	.....	.....	.....	.....	44,05 / 44,04 } 44,04
MgO.....	.....	.....	.....	.....	.....
P^2O^5.....	20,26 / 20,46 } 20,56	13,74 / 13,75 } 13,75	24,97 / 25,07 } 25,02	31,89 / 31,91 } 31,90	35,28 / 35,11 } 35,19

Hard-Rock

97. *B*. Portion de 97 passant au tamis n° 20 : 191 gr. = 79,25 %; 75 gr. de 97 *B*, lavés dans le tube de Thoulet avec de l'eau ont donné :

97. *B*₁ Parties grossières séchées à 105°	35, 8	=	40,73 % ;
97. *B*₂ — moyennes —	19,75	=	26,33 id. ;
97. *B*₃ — fines —	16,80	=	22,40 id. ;
Perte, parties en suspension	2,65	=	3,54 id.
	75,00		100,00

98. Phosphate doux argileux, typique.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride — (suite)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	99	**100**	**100 *A***	**111**	**937 *A***
Perte à 105°..	.....	17	.....	1,18	63
— au rouge.	.....	.....	.....	2,78	3,15
CO^2.....	.....	1,62	.....	2,67	2,19
Cl	.....	.....	.....	80	.....
Fl	.....	.....	.....	2,24 2,39 } 2,29	2,73 2,72 } 2,72
Résidu.....	21	26 26 } 26	05 05 } 06	5,05 5,06 } 5,06	4,34
Al^2 (Fe^2) O^3..	4,12 4,85 } 4,48	2,25 2,31 2,41 } 2,32	35 32 32 } 34	4,20 4,19 } 4,19	.....
Al^2O^3.....	.....	1,47	.....	2,37	2,53
Fe^2O^3.....	.....	1,13	.....	1,46	1,35
CaO	52,01 53,02 } 52,02	.....	.....	47,04 46,99 } 47 02	47,96 47,94 } 47,95
MgO.....	28	.....	.....	39	19 22 } 21
SiO^2.....	.....	.....	.....	Dissoute....10	.....
P^2O^5.....	38,78 38,79 } 38,79	38,81 38,83 } 38,82	39,66 39,62 } 39,64	33,91 33,90 } 33,91	34,77 34.67 } 34,72

Hard-Rock

99. Phosphate zonaire typique, de même provenance que le n° 98;
100. Phosphate granuleux, gris clair ;
100. *A*. Portions grossières de 100, après traitement au tamis n° 20;
111. Échantillon moyen d'une propriété.

Land-Pebble

937 *A*. Nodules lavés.

Analyse chimique des Phosphates de la Floride — (fin)

	NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS				
	937 *B*	**940**	**947**	**950**	**1**
Perte à 105°	3,34	79	56	77	96
— au rouge	6,88	3,47	4,90	4,88	7,90
CO^2	82	3,93	3,99	6,37	0,40
Fl.....	88	1,87 / 1,86 } 1,86	2,48 / 2,41 } 2,44	2,45 / 2,54 } 2,49	3,17
Résidu	49,78	6,69	12,23	6,02	10,19
$Al^2 (Fe^2) O^3$..	.....	.....	.....	.....	.....
Al^2O^3.....	6,85	2,41	2,01	1,37	1,60
Fe^2O^3	1,05	61	1.05	83	78
CaO.....	15,85 / 15,89 } 15,92	46,06 / 46,00 } 46,03	42,74 / 42,75 } 42,75	45,68 / 45,69 } 45,69	33,10 / 33,03 } 33,06
MgO	37 / 37 } 37	32 / 34 } 33	49 / 40 } 44	79 / 77 } 78	62 / 68 } 65
P^2O^5.....	13,55 / 13,61 } 13,50	31.49 / 31,51 } 31,50	28,33 / 28,38 } 28,36	28,49 / 28,45 } 28,47	21,05 / 21,06 } 21,06

Land-Pebble

937. *B*. Gangue dont 937 *A* a été extrait par lavage;
940. Nodules lavés d'une autre localité.

Rier-Pebble

947. Nodules de la rivière Peace séchés à l'étuve;
950. Rivière Caloosahatchee. Nodules;
1. Plack-Creek. Nodules séchés à l'air libre.

Réunion annuelle extraordinaire de la Société Géologique du Nord à **Bourbourg,** *le 18 juin 1893.*

Pl. VI.

Le but de la réunion était d'aller étudier les tranchées ouvertes pour un nouveau Watergang au Sud de Bourbourg.

A 10 heures, la société descendait à la gare de Cappelle-Brouck où elle trouvait M. Petit, Directeur du service des Watteringues.

Étaient présents : MM.

Bardou	Gosselet	Parent
Batteur	Hallez	Rigaux
Binet	Ladrière	Six
Brégi	Lecocq	Spetebroot
Crespel	Liégeois-Six	Théry
Derennes	Mariage	Vaillant
Dewatines	Maurice Ch,	Van Ackère
Flipo	Meyer A.	
Gobert	Meyer P.	

M. Petit nous conduisit d'abord au S. de Cappelle-Brouck, où l'on venait de découvrir d'anciennes poteries.

En cet endroit on voit au fond du Watergang une couche de tourbe surmontée de $1^{m}50$ d'argile sableuse, remplie de coquilles de Scrobiculaires (*Scrobicularia piperata*).

On remarque que la base de l'argile sableuse de Scrobiculaires est formée de petits lits argilo-sableux, bien stratifiés, traversés par une foule de trous où l'on trouve encore une tige presque charbonisée. Lorsque la plaine tourbeuse a été envahie par la mer, la végétation a, pendant quelque temps, cherché à traverser les sédiments marins.

Il faut donc que la mer ait envahi lentement cette partie de la plaine maritime, les eaux n'y séjournaient qu'au moment des marées, peut-être même des hautes marées, de sorte que les plantes les plus robustes pouvaient continuer à pousser. Mais les séjours de la mer durent augmenter rapidement, car au-dessus de 10 centimètres les sédiments deviennent plus argileux, plus homogènes et sans trace de végétation. L'époque de l'envahissement de la mer est datée par les objets que l'on a trouvé sur la tourbe et sous les argiles à Scrobiculaires.

La planche photographique, (Planche VI) prise par M. Dewatines, membre de la Société, montre quelques-uns des objets trouvés. Il y a d'abord un fragment d'un grand vase plat (a) en terre grise grossière ; puis un petit vase en poterie noire (b) assez fine, curieux par les dépressions régulières marquées sur sa panse ; enfin des objets en terre tourbeuse grossière (c) qui ont la vague apparence d'un fond de chandelier. On ne peut deviner à quel usage ils ont pu servir, d'autant plus que l'on en a trouvé une quinzaine. M. Rigaux a fait observer qu'ils ne sont pas cuits et qu'ils ne portent la trace du feu qu'à leur extrémité brisée.

M. Petit a fait généreusement don de ces poteries à la Société.

La constatation de la position sous les sables marins de ces objets gallo-romains sans mélange de poteries plus modernes est un fait de la plus haute importance, surtout si on le rapproche de l'observation faite par la Société dans l'excursion du Pont-sans-Pareil, où on a recueilli une quantité de débris de poteries du moyen-âge (XIIIe ou XIVe siècle) également sous des couches marines.

Ce serait une preuve qu'il y aurait eu deux invasions marines bien différentes.

Nous suivons le canal du Watergang vers Lynck. Nous

constatons que l'argile sableuse à Scrobiculaires ne constitue que quelques petits ilots ; presque partout elle est remplacée par des sables purs.

En même temps, les Scrobiculaires ont disparu pour faire place au *Cardium edule*, il y a passsage latéral d'une formation à l'autre. Il est remarquable de voir ces modifications de faciès. S'il s'agissait d'un terrain géologique d'âge indéterminé, on serait tenté de supposer que le sable à Cardium et l'argile Scrobiculaire sont d'âge différent.

La tourbe qui est sous les couches marines présente aussi une particularité qui a vivement frappé la Société. La surface qui la sépare des sables est très ondulée ; elle semble s'être formée plus abondamment dans certains points.

Les ondulations de la tourbe sont telles, que sur une grande partie de son pourtour, le canal est creusé uniquement dans les couches marines.

On remarque que presque toujours au-dessus des pitons de tourbe, la couche marine est à l'état d'argile à Scrobiculaires. Il semble que cette argile se déposait de préférence autour des hauts fonds, tandis que le sable à Cardium remplissait les endroits plus profonds.

M. Petit a relevé avec soin toutes les tranchées du canal ; nous espérons qu'il voudra bien les publier.

A midi, nous arrivons à Lynck où nous attendait un abondant déjeuner.

A la fin du déjeuner, le président, M. Binet ouvre la séance ; il expose en quelques mots, l'état de la Société. Ses finances sont prospères et le nombre de ses membres va toujours en progressant. Puis, M. Gosselet expose aussi très brièvement la structure de la plaine maritime.

On se lève pour étudier les environs de Lynck.

Le hameau de Lynck appartient à 3 communes : Looberghe, Millam et Cappelle-Brouck. Il est traversé par le canal de la Colme, qui est la grande voie de communication fluviale de Dunkerque à Paris. Une écluse a été creusée il y a une dizaine d'années vis-à-vis même de l'auberge, où nous déjeunions ; mais personne n'a pris la coupe de la fouille. Elle devait être cependant très intéressante. Lynck est située au pied d'un petit promontoire tertiaire qui se relie à la plaine des Flandres. Elle a joué un certain rôle militaire au moyen-âge. Il devait y avoir une chaussée, avec pont sur la Colme, qui permettait de franchir facilement la ceinture tourbeuse qui entoure la plaine maritime. On y avait construit un fort, qui eut à soutenir au XVIIe siècle plusieurs sièges dans la guerre entre la France et l'Espagne. Le Watergang passe au pied de l'emplacement de cet ancien fort ; on nous a montré une épée, un boulet, un fragment de bombe, qui ont été trouvés dans les travaux.

Nous nous rendons sur les fouilles au Nord de la route de Bourbourg. Sur les tas de terre enlevée, nous recueillons une foule de fragments de poteries qui datent du XIVe, XVe et même XVIIe siècle.

La partie du canal creusée au Sud de la route se trouve malheureusement remplie d'eau, de telle sorte que nous ne pouvons pas en prendre la coupe exacte. Nous constatons la présence d'une argile grise remplie d'*Hydrobia ulvæ*, mais il est impossible de s'assurer si les poteries se trouvent au-dessus ou en dessous. Du reste, on ne trouve pas en ce point les poteries les plus modernes qu'on avait ramassées contre l'ancien emplacement du fort.

Nous retournons à Cappelle-Brouck en suivant de nouveau le Watergang et en renouvelant nos observations de la matinée.

A cinq heures nous prenons le train pour Bourbourg, où, avant le dîner, nous allons voir à la mairie les échantil-

lons recueillis, par M. Vandenbrouque, brasseur, dans le sondage profond qu'il fit en 1877 (1).

Séance du 12 juillet 193

M. **Lecoq** lit au nom de M. Flipo et au sien le rapport de la commission de la Bibliothèque.

M. **Gosselet** présente une grande Ammonite indéterminée qui a été trouvée dans la craie turonienne de Lumbres et qui lui a été envoyée en communication par M. Pontier, instituteur à Esnes.

Excursion du 22 *Octobre* 1893

à **Mons-en-Pévèle,**

Compte-rendu par M. **Ch. Maurice.**

Les sables de Mons-en-Pévèle sont, de toutes les assises tertiaires de notre région, l'une de celles qui ont été le moins étudiées jusqu'aujourd'hui. La colline est, en effet, tout entière livrée à la culture; aucune carrière, aucun chemin propice ne vient en outre mettre à nu le sous-sol et permettre d'en observer les détails. Aussi pour bien des questions relatives aux sables de Mons-en-Pévèle en est-on encore réduit à des conjectures. Seuls MM. Ortlieb et Chellonneix (2) ont pu donner quelques indications sur la faune de cette époque, la position et l'épaisseur de l'assise.

Un évènement heureux va permettre de combler sous peu cette lacune. En effet, la Société des eaux potables pour Roubaix et Tourcoing exécute en ce moment au point

(1). Ann. Soc. géol. du Nord Tome VI, p. 34.

(2) Étude géologique des collines tertiaires du département du Nord, comparées avec celles de la Belgique 1870. Mémoire de la Société des Sciences de Lille, 3me série t. VIII, p. 109, 1870.

culminant de la colline de Mons-en-Pévèle (108 m. d'altitude) d'importants travaux à l'effet d'y installer deux grands réservoirs. L'eau y sera amenée des forages de Pecquencourt à l'aide de machines élévatrices et redescendra ensuite à Roubaix par sa pente naturelle.

L'ingénieur-directeur des travaux, M. Binet, qui est géologue et Président pour 1893 de la Société Géologique du Nord, favorise de tout son pouvoir l'étude des tranchées et des matériaux extraits.

De plus, un travailleur infatigable, habitant de Mons-en-Pévèle même, M. l'abbé J. Hérent a relevé jour par jour l'état des travaux, étudié les coupes géologiques, recueilli des fossiles en grand nombre; enfin il a comparé les résultats ainsi obtenus avec ceux que lui donnait l'examen des matériaux extraits de sondages et de puits pratiqués dans tous les environs. Aussi nous espérons qu'il présentera sous peu à la Société Géologique une étude complète et suivie des sables si intéressants de Mons-en-Pévèle et de leurs relations avec les assises voisines.

Ce sont ces tranchées pratiquées au sommet de Mons-en-Pévèle que la Société Géologique du Nord est allée visiter le 22 Octobre 1893.

Les excursionnistes partis de Lille en voiture à 8 h. 1|2 suivent la route nationale de Lille à Douai jusqu'à Pont-à-Marcq. De cette localité ils se dirigent sur Mérignies où les sables d'Ostricourt sont exploités dans un certain nombre de carrières.

A partir de Mérignies la route s'élève continuellement sur un sol argilleux que nous étudierons dans l'après-midi jusqu'au sommet du mont où M. Binet fait les honneurs des travaux en voie d'exécution.

Chacun peut étudier à loisir ces sables argileux, gris verdâtres caractérisés par leur extrême finesse au toucher;

ils alternent avec des bancs de lumachelles et de grès plus ou moins stratifiés et presqu'exclusivement constitués par une accumulation de *Nummulites planulata*, qui est, on le sait, le fossile caractéristique des sables de Mons-en-Pévèle. Des poches que M. Barrois croit dues à l'altération des sables par les eaux pluviales, la présence d'une faille et des veines d'argile attirent également l'attention de la Société. Ce sont ces veines d'argile qui, en augmentant d'épaisseur vers le nord, finissent par constituer exclusivement l'assise sous le nom d'*Argile de Roubaix*. Mais voulant laisser à M. l'abbé Hérent l'intégralité de ses résultats et n'ayant pas d'ailleurs toutes les données pour faire ici une description détaillée, nous nous bornons à renvoyer le lecteur au travail que M. Hérent publiera prochainement.

L'on se retire après avoir fait ample provision de *N. planulata. O. flabellula. Ditrupa.* dents de poissons, etc.

Dans l'une des tranchées, M. le Dr Hérent qui, en l'absence de son fils, guide l'excursion nous fait observer des restes de foyers creusés par les soldats du camp installé sur Mons-en-Pévèle en 1794. La colline de Mons-en-Pévèle par son altitude fût d'ailleurs de tous temps indiquée pour l'établisssment de colonies ou villages. M. Hérent y a recueilli des silex taillés. Rappelons la victoire qu'y remporta Philippe le Bel en 1304.

Nous nous rendons ensuite à la fontaine Saint-Jean que l'on a supposé jusqu'aujourd'hui marquer, ainsi que les autres sources, celle de la Marcq entre autres, la limite inférieure des sables de Mons-en-Pévèle au contact de l'argile des Flandres.

Après le dîner, on reprend les voitures pour se rendre par Thumeries au village de Wahagnies. Là, dans une carrière de sable située sur la route de Libercourt, nous observons le contact de l'argile des Flandres avec les sables

d'Ostricourt. Au haut de la carrière se voient de 2 à 3 mètres d'argile noire plastique, qui sert, à Wahagnies même, à la fabrication de tuiles. On y rencontre de nombreux cristaux de Gypse (1).

Sous l'argile viennent des sables grossiers, glauconieux différents à simple vue et surtout au toucher, de ceux de Mons-en-Pévèle. Ce sont les sables d'Ostricourt sans fossiles. Tandis que les sables de Mons-en-Pévèle ne sont pas exploités, ceux-ci servent à des usages différents : constructions, pavages etc.

Cette étude faite, la société regagne Lille en passant par La Neuville, Attiches, Seclin et Wattignies. Elle avait étudiée en allant de bas en haut, les 3 assises suivantes, de l'Eocène inférieur.

1° Les sables d'Ostricourt;

2° L'argile des Flandres ou argiles Yprésiennes ;

3° Les sables de Mons-en-Pévèle, qui correspondent, on le sait, aux sables de Cuise du bassin de Paris.

Séance du 8 novembre 1893.

M. **Barrois** présente la traduction du troisième volume de la Paléontologie de Zittel, qu'il vient de terminer avec la collaboration de MM. Six et Quéva.

MM. **Vivien**, chimiste à Saint-Quentin.
Flammermont, professeur à la Faculté des Lettres,
Werquin, avocat à Lille.

sont élus membres titulaires de la société.

---

(1) Ces cristaux de Gypse qui appartiennent à la variété trapézienne maclée ont déjà été décrits par M. Gosselet, dans le Bulletin scientifique du Nord. 1869 vol. I. p. 362.

M. **Bertrand** présente de nombreux échantillons provenant des mines d'Hardinghem; on y distingue des plaques en carbonate de chaux (Lepidodendron) et des nodules de sidérose (Stigmaria); les plaques contiennent, enfermées entre deux corps de Lepidodendron des masses brunes (masse houillère primitive).

M. Gosselet fait, au nom de l'auteur, la lecture suivante :

Considérations sur la **Limite Sud** *du* **Bassin Houiller** *du Nord de la France par* **Gustave-F. Dollfus**.

Ayant eu l'occasion de prendre connaissance récemment, des résultats fournis par deux forages entrepris pour rechercher la houille au Sud des points exploités actuellement dans le département du Nord, il m'a paru utile d'en communiquer les détails à la Société Géologique du Nord, afin qu'il en reste quelque trace dans la science. Trop souvent nous avons l'occasion de regretter la perte de documents anciens qui auraient pu épargner de nouvelles recherches et nous être d'une réelle utilité.

Je crois aussi pouvoir m'appuyer sur ces faits nouveaux et sur divers travaux récents pour confirmer le tracé de l'anticlinal qui limite au sud le Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, tel que je l'ai proposé avec quelques réserves en 1890 (1).

Sondage de Bouchain.

Des recherches assez anciennes avaient été faites à Bouchain et tout le long de la grande route de Bouchain à Auberchicourt au sud-ouest de la grande concession de

(1) Bulletin des Services de la Carte Géologique de France. Tome II, nº 14. — Juillet 1890, p. 48.

Douchy, mais tous ces essais s'étaient arrêtés à une profondeur médiocre aussitôt après avoir rencontré le Dévonien; on ne pensait pas alors à l'importance des recouvrements stratigraphiques, aux failles obliques, qui sont devenus des faits de géologie courante. Aussi la Compagnie Lesur s'était donné comme programme une exploration plus profonde de la région.

Le forage de Bouchain entrepris à 300 mètres à l'ouest de la gare de cette place, près de la grande route de Paris, sur les glacis des fortifications, au fond de la vallée, à l'altitude approchée de 38 mètres, a rencontré successivement d'après le journal des sondeurs (MM. Lippmann et Cie) les terrains suivants que nous nous sommes bornés à classer :

	m.	m.	m.			
1 Avant puit (Limon-Tourbe) de	0.00 à	2.30	Ep. 2.30		Pleistocène	
2 Vase grise avec coquilles et cailloux de.	2.30 à	7.30	» 5.00			
3 Craie blanche à silex. . .	7.30 à	15.10	» 7.80	Zône à Micr. brevisporus		TURONIEN
4 Craie blanche avec plaquettes dures	15.10 à	16.25	» 1.15			
5 Craie blanche pure . . .	16 25 à	20.10	» 3.85			
6 Craie marneuse bleuâtre .	20.10 à	27.70	» 7.60	Zônes à Tereb. gracilis Inoceramus labiatus		
7 Marne grise.	27.70 à	31.75	» 4.05			
8 Marne bleuâtre avec rognons	31.75 à	37.30	» 5.55			
9 Argile bleue (Dièves) . .	37.30 à	37.90	» 0.60			
10 Argile grise » . .	37.90 à	42.30	» 4.40			
11 Marne bleue » . .	42.30 à	46.10	» 3.80			
12 Argile gris-bleu	46.10 à	61.85	» 15.75	Zone à Bel, plenus		CENOMANIEN
13 Marne gris-jaune	61.85 à	77.45	» 15.60	à Hol. subglobosus.		
14 Marne verte.	77.45 à	80.65	» 3.20	Tourtia à P. asper.		
15 Marne avec cailloux de silex noirs et débris de schistes violacés	80.65 à	84.20	» 3.55			

16	Grès schisteux rouge et verdâtre de.	84.20 à 87.25	Ep.	3.75	DÉVONIEN INFÉRIEUR
17	Grès grisâtre	87.25 à 90.55	»	2.60	
18	Grès schisteux gris, rouge et vert	90.55 à 95.50	»	4.95	
19	Grès rougeâtre. . . .	25.50 à 103.80	»	8.30	
20	Schistes grisâtres avec ganglions quartzeux .	103.80 à 113.80	»	10.00	
21	Grès rouge.	113.80 à 127.30	»	13.50	
22	Argile rouge, jaune et grise	127.30 à 128.05	»	0.75	
23	Grès gris très dur. . .	128.05 à 130.60	»	2.55	
24	Grès schisteux rouge et vert.	130.60 à 134.40	»	3.80	
25	Schistes grèzeux violacés	134.40 à 145.90	»	11.50	
26	Argile rouge schistoïde.	145.90 à 156.90	»	11.00	
27	Grès gris très dur. . .	156.90 à 176.35	»	19.45	
28	Grès jaune et quartz. .	176.35 à 176.75	»	0 40	
22[1]	Schistes grèzeux jaunes.	176.75 à 181.75	»	5 00	
30	Grès jaune argileux . .	181.75 à 185.00	»	3.25	

J'ai peu de chose à dire sur les terrains supérieurs, je relève seulement l'épaisseur très grande de 7m30 pour les vases tourbeuses de la surface, le limon et le diluvium, je n'ai pu contrôler tous les détails, une partie seulement des échantillons ayant été conservés. En ce qui concerne la craie, la succession minéralogique indiquée, concorde suffisamment avec ce que l'on connait de la succession des couches dans la région pour qu'il me reste peu de doutes sur les attributions que j'ai indiquées. Probablement le forage n'a pas rencontré de Sénonien, ce terrain est observable sur les flancs de la colline de Lieu-St-Amand, qui domine Bouchain à l'Est en s'élevant à l'altitude de 70 mètres.

Les grès colorés alternant avec des schistes bariolés par lesquels le primaire a débuté à 84 mètres de profondeur

appartiennent probablement aux schistes de Fooz de M. Gosselet, à l'étage Gédinnien, partie inférieure du Dévonien, faciès du rivage Sud du Condros [1].

Ces couches de couleurs si variées sont sous Bouchain relevées sous un angle de 60 à 80°, peut-être subverticales et plongeant au Sud, ce qui joint à leur dureté, a rendu le forage fort difficile, les outils tendaient à glisser dans le sens du pendage des couches et le forage perdait sa verticalité; même au trépan-découpeur, il était impossible d'obtenir des échantillons d'un certain volume. Divers accidents graves étant survenus, les travaux ont été interrompus à 185 mètres de profondeur.

Je rappellerai sommairement que la distance horizontale déjà très grande de Bouchain jusqu'au houiller exploité à Douchy (trois kilomètres) ne pouvait faire espérer de traverser les terrains de recouvrement qu'à une profondeur très considérable, étant donné aussi la faible obliquité de la faille qui limite au Sud le terrain houiller dans la région centrale du bassin français et que les paroles déjà anciennes de M. Gosselet devaient trouver ici leur juste application [2]

« La faille qui sépare le grès rouge du terrain houiller » est oblique, le terrain houiller s'enfonce donc rapidement » sous le grès rouge, et il doit bientôt arriver à une pro- » fondeur où son exploitation ne serait plus profitable dans » les conditions actuelles. »

Les fouilles récentes entreprises pour percer les terrains de recouvrement et qui ont donné un bon résultat sont les suivantes :

---

(1) Exquisse Géologique du Nord de la France. Terrains Primaires. — Lille, 1880, p. 70.

(2) Etudes sur le Gisement de la houille dans le Nord de la France. — Lille, 1874, p. 19. (Soc. Indust. Nord de la France).

A l'Ouest de Bouchain

Aix-Noulette au Sud de Béthune.
Méricourt » de Lens.
Drocourt » Hénin-Liétard.
Beaumont » Courcelles.
Etrœngt » Aniche.

A l'Est de Bouchain

Marly au Sud de Valenciennes.
Quiévrechain » de Crespin.
Bassin de Dour.
Divers points du bassin de Mons.

Sondage de Noyelles-sur-Selles.

Le forage de Noyelles-sur-Selles, à 4,500 mètres à l'Est de Bouchain, entrepris également par la Société Lesur et Cie, à la limite Sud de la concession de Douchy, est situé au fond du vallon, dans le village, à l'altitude approchée de 40 mètres. La carte du bassin houiller du Nord, par M. Canelle, signale en ce point une recherche tentée en 1840 par la Société Gouvion, qui aurait rencontré le calcaire carbonifère à 157 mètres. La carte plus ancienne de M. E. Dormoy, figurait aussi à Noyelles, dans un emplacement un peu différent, la découverte du calcaire carbonifère à 57 mètres de profondeur, renseignement qui paraît avoir été l'origine de celui de M. Canelle mais donnant une profondeur plus vraisemblable. Il était permis de supposer qu'on se trouvait en présence d'un lambeau de calcaire carbonifère pincé entre la grande faille du Sud et recouvrant le terrain houiller comme on en connaît ailleurs des exemples. Mais ces renseignements se sont trouvés erronés.

Ce n'est pas le calcaire carbonifère attendu qui a été rencontré sous le crétacé, mais le Dévonien inférieur avec un aspect minéralogique tout à fait analogue à celui de Bouchain. Le journal du sondeur fournit les détails suivants :

	1 Terre végétale. Limon . . .	0.00	à	3.00	Ep.	3.00
	2 Craie blanche (Turonien) . .	3.00	à	19.00	»	16.00
	3 Craie marneuse pure (Cénomanien)	19.00	à	42.00	»	26.00
DÉVONIEN	4 Grès rosâtre, grains de quartz réunis par un ciment siliceux	45.00	à	54.00	»	9.00
	5 Grès jaunâtre, ferrugineux analogue au précédent . .	54.00	à	64.00	»	10.00
	6 Grès schisteux violacés très durs	61.00	à	110.00	»	46.00
	7 Schistes grézeux verdâtres ou violacés à ganglions quartzeux	110.00	à	126.00	»	16.00
	8 Schistes grézeux verdâtres avec grès gris	126.00	à	132.00	»	6.00
	9 Schistes gris-bleu grézeux. .	132.00	à	148.00	»	16.00
	10 Schistes violacés comme ceux traversés entre 110 et 126m.	148.00	à	181.00	»	33.00
	11 Schistes grézeux gris et violacés	181.00	à	186.00	»	5.00

Le forage se poursuit encore régulièrement, les couches paraissent fortement redressées et plongeant au Sud comme à Bouchain. Les 26 mètres désignés comme craie marneuse sont principalement les Dièves du Cénomanien, il n'y avait pas de Tourtia, ou du moins la marne argileuse verte avec cailloux si caractéristique de ce niveau n'a pas été distingnée nettement, bien que le sondeur fût familiarisé avec ce cailloutis accompagné d'une venue d'eau dans la région, mais il n'a rien vu de semblable. Il est à noter la grande altitude du primaire en ce point et relativement à Bouchain, tandis qu'à Bouchain le Gédinnien s'est trouvé à la côte — 46 (+ 38 — 84) il est à Noyelles à — 5 seulement (+ 40 — 45). Ces côtes concordent parfaitement

avec les courbes de la surface du primaire amorcées dans cette région par M. Bertrand dans son étude sur le terrain houiller du Nord (1).

A Noyelles, comme à Bouchain, nous avons la surface du primaire à une altitude bien plus élevée qu'elle n'est au Nord et au Sud et délimitée par des côtes plus basses ; au Nord, les fosses de Douchy ont atteint le primaire à — 23 au Nord de Noyelles et à — 42 en face de Bouchain, le sondage de Mastaing au Nord-Ouest, a trouvé les terrains anciens à — 57. Au Sud, le sondage du camp de César sur Etreux à 4,350 mètres au Sud de Bouchain, a atteint le Dévonien à — 85 mètres. Je me crois donc fondé à considérer les points de Noyelles et de Bouchain comme très voisins de l'anticlinal Sud, limite du bassin houiller et comme des jalons réunissant la crête du Condros à celle de l'Artois.

Je suis porté à descendre, un peu au Sud, le tracé du synclinal de Dour tel que l'a figuré M. Bertrand et à jalonner par les points suivants le grand anticlinal Sud esquissé par les courbes, Quarouble, Marly, Trith, Thiant, Noyelles-sur-Selles, Bouchain, Marquette, Monchecourt, Villiers-au-Tertre, Lambres.

Ces points rejoignent à l'Ouest, par Vitry-en-Artois et Vimy, l'ondulation Nord-Est du faisceau de l'Artois que j'ai désignée en 1890 comme axe du Gris-Nez, d'autre part cette ligne de points hauts du primaire, gagne Dour, Nouvelles dans le bassin de Mons, puis Binche, Jeumont, Fosse, où se montre au jour jusqu'à Dave la crête silurienne dite du Condros qui divise en deux bassins la belle étendue du primaire Franco-Belge.

---

(1) Bertrand. — Sur le raccordement des bassins houillers du Nord de la France et du Sud de l'Angleterre.

Annales des Mines. — Janvier 1893. — Planche 1.

Boulonnais

Dans la direction du Nord-Ouest, M. Parent a préconisé pour le Boulonnais un raccord des plis de l'Artois avec ceux du Boulonnais, différent de celui que j'avais proposé, et pour m'attacher spécialement à l'anticlinal du Gris-Nez (crête de Caffiers), il a combattu ses relations avec la crête de l'Artois.

Il me semble cependant que les courbes des ondulations de la craie à *Micraster breviporus* que M. Parent a tracées pour cette région, et que je ne conteste pas, car son travail me paraît fort consciencieux, sont en accord au contraire avec mon tracé (1). On peut leur donner une interprétation différente de celle que M. Parent leur attribue.

Le synclinal de la vallée de l'Aa qui est marqué *B B* sur sa carte, me paraît contestable. Il a trouvé probablement à flanc de coteau et des deux côtés de cette rivière, une chûte de couches vers le thalweg, par suite de dissolutions des assises crayeuses, ravinements ou glissements à flanc de coteau, et le vaste fijord qu'il a tracé a tout à fait l'aspect d'un accident secondaire local, un masque trompeur sur l'allure réelle des couches. Dans le bassin de Paris, en Brie notamment, les assises gypseuses et l'argile verte qui les surmonte, glissent à flanc de coteau et trompent absolument sur leur altitude réelle. Pour démontrer que la vallée de l'Aa présente quelque phénomène analogue, il n'y a qu'à examiner les courbes inférieures au niveau de la vallée, ou plus basses; or les courbes hors de l'influence locale, celles qui sont aussi en contact le plus direct avec le primaire, les courbes — 50 et 0 par exemple, ne pénètrent pas

(1) Notes supplémentaires sur les plis du Nord de l'Artois. Lille 1893.

Annales. Société Géologique du Nord. Tome XXI, p. 93.

dans la vallée de l'Aa; elles dessinent une remontée évidente au Nord de l'axe primaire, et reprennent la direction Nord-Ouest de l'Artois après une double courbure, après une sorte de décrochement au Nord d'une dizaine de kilomètres, décrochement qui n'apparaît plus depuis les travaux sur les Alpes ou même ceux sur le houiller du centre de la France comme une impossibilité géologique.

D'autre part je ne saurais donner le nom d'axe anticlinal à de basses ou faibles ondulations dans les courbes ; il est impossible de considérer à mes yeux la faible irrégularité des couches à Fléchinelles comme prouvant la présence d'un anticlinal perpendiculaire à celui de l'Artois; j'en dirai autant de celui d'Enquin ; l'anticlinal, dit du Boulonnais par M. Parent, ne me paraît pas davantage justifié, une coupe perpendiculaire à l'axe ne donnera pas des deux côtés de la crête l'indication de deux selles basses caractéristiques. Remarquons que les axes des ondulations ne sont pas forcément rectilignes; on croyait aussi autrefois que toutes les failles étaient rectilignes; mais on a montré depuis qu'il y en avait de brisées et de sinueuses. Certainement, au point de vue mathématique, on peut greffer un axe secondaire perpendiculaire à un axe principal à chaque ondulation horizontale des courbes comme composante d'un effort mécanique latéral, mais ce serait sortir de la méthode naturelle pour entrer dans le domaine du calcul, et nous savons que les excursions des sciences mathématiques dans le domaine des sciences naturelles ont été généralement malheureuses. Nous sommes si bien dans le domaine des sciences naturelles en géologie, que ce n'est pas sur un seul caractère que nous devons appuyer nos conclusions et sur l'examen des courbes d'un seul niveau paléontologique, que nous devons dessiner les axes de nos mouvements orogéniques. L'épaisseur des sédiments peut varier extrêmement d'un point à un autre

dans les mers sous l'influence des courants; il ne se dépose même pas partout des sédiments; ce sont les plongements d'ensemble qui doivent nous diriger avant tout et ces grands plongements qui s'imposent dans les grandes coupes bien dirigées sont favorables au tracé que j'ai préconisé en 1890. Je connais des points dans le Bassin de Paris, par exemple, où les sables de Fontainebleau, à leur contact supérieur, plongent localement en opposition avec le pendage du contact inférieur qui est celui de leur véritable inclinaison ; si le géologue n'arrivait pas à débrouiller ces anomalies, il ne pourrait parvenir à aucune considération synthétique.

Je ferai des objections analogues aux courbes que M. Bertrand a tracées, et qui sont aussi relatives à la jonction des plis de l'Artois avec ceux du Boulonnais.

Je dis que si les courbes de la surface du primaire marquées — 150, — 100, — 10, 0, sont exactes, et je n'ai aucune raison pour les mettre en doute, son anticlinal passe forcément par Houdain, Pernes, Dennebrœucq, Fléchin et qu'il doit forcément les accompagner et s'infléchir parallèlement avec elles vers le Nord. Il est clair qu'un synclinal existe au nord de ces lignes courbes et qu'un anticlinal qui les longe existe au Sud; ces courbes délimitent ce que les Américains ont appelé un plan monoclinal, c'est-à-dire une pente prolongée dans le même sens, dont le lieu géométrique des points hauts et des points bas reste inconnu, accidentellement indéterminés, mais avec ces axes existent forcément plus ou moins loin.

Si nous voulons compléter le circuit de la crête primaire, nous pouvons chercher au Sud de Caffiers et de Ferques une côte zéro analogue à celle qui passe au Nord, cette courbe 0 commençant par exemple à Widerthun, passera à Marquise, Rixent, Colembert, Lottinghem, Campagne-les-Boulonnais, Reutz, Fruges, avec des altitudes supérieures au nord et inférieures au sud.

Nous sommes ainsi saisis par ce dilemme : ou les couches crétacées participent à la flexion au nord du primaire, ou les ondulations du crétacé ne se superposent pas aux reliefs primaires.

Il s'en faut d'ailleurs du seul fijord de la vallée de l'Aa que les courbes du crétacé ne coïncident avec les courbes du primaire, et si l'on arrive à prouver que cette vallée est réellement un accident géologique, comme elle est perpendiculaire à l'axe de l'Artois, nous pourrons facilement y voir un accident transversal qu'il faut franchir.

La vallée de la Meuse ne détourne pas les axes de l'Ardenne. Il n'y aurait pas d'orientation possible à découvrir dans les plis si on devait s'arrêter et se détourner à chaque trouble secondaire, les coupes menées dans la direction de la ligne de plus grande pente permettent d'écarter les détails. Si je mène une série de coupes perpendiculaires à l'axe que j'ai désigné comme axe du Gris-Nez, je trouve que le plan de chûte est dirigé partout au nord en accord avec la disposition géographique du pays, et que c'est bien la falaise Nord du Boulonnais qui forme la continuation des collines de l'Artois qui dominent les plaines du Nord-Est. Je ne vois donc aucune raison pour changer mon ancien tracé, soit en acceptant celui de M Parent, qui fait passer l'Axe de l'Artois (limite sud probable du houiller) au sud du Boulonnais, soit en préférant celui de M. Bertrand, qui fait passer la même crête au milieu même du Boulonnais ; nous croyons avoir démontré qu'elle passe réellement au nord de cette même région.

M. **Gosselet** présente les observations suivantes :

Je ne suivrai pas aujourd'hui M. Dollfus dans la critique qu'il fait des travaux de M. Bertrand et de M. Parent. J'ai

déjà exposé mes idées sur le Pli de l'Artois (1), et j'aurai bientôt l'occasion d'y revenir. Je me bornerai à faire remarquer que M. Dollfus, en persistant dans son hypothèse de faire passer au nord du Boulonnais la limite sud du Bassin houiller, c'est-à-dire l'axe de séparation du bassin de Dinant et du bassin de Namur, ne répond nullement à l'objection que j'avais faite à M. Olry lorsqu'il exprimait naguère la même opinion.

Je disais (2) : Le terrain dévonien qui forme le bord septentrional du bassin de Namur est bien connu en Belgique depuis Liège jusqu'à Ath. Il a un faciès tellement spécial que son âge a été longtemps discuté, et que sa comparaison avec le reste du terrain dévonien n'a été établi que depuis un petit nombre d'années. Or ce terrain dévonien si spécial se retrouve à Ferques, au N. du Boulonnais, avec ses plus petits détails.

Que M. Dollfus, qui est un géologue expérimenté, prenne son marteau, qu'il aille voir Ferques et Rhisnes. Il sera comme moi frappé de leur identité. Qu'il aille ensuite à Burnot ou même à Jeumont sur le bord septentrional du bassin de Dinant, il en reviendra convaincu que le flanc méridional de la crête du Condros n'a que des rapports lointains avec le Boulonnais.

Je n'interprète pas non plus, comme M. Dollfus, le sondage de Bouchain dans sa partie crétacée. Ce que les mineurs du pays appellent dièves ne se réduit pas à l'argile bleue n° 9, mais à tout l'ensemble argileux n° 9 à n° 12 et même n° 13. Avant que l'on n'employât pour le percement des puits le procédé qui triture toutes les roches, les

(1) Gosselet. — *Les Collines de l'Artois.* Congrès national des Sociétés de géographie de France, à Lille.

(2) Ann. Soc. Géol. du Nord, XIX, p. 18.

dièves ont fourni en abondance *Inoceramus labiatus*. Elles appartiennent par conséquent au turonien. Il serait cependant possible que les marnes gris-jaune du n° 13 soient cénomaniennes, mais on ne l'a pas encore démontré

M. Gosselet présente la note suivante :

Quelques observations géologiques faites aux environs de **Ribemont**, *rive gauche de l'Oise*

par M. **Rabelle.**

1° CRAIES GRISES

Il y a deux zones de craie grise :

1° L'une au-dessus de la craie blanche ou recouverte d'un peu de craie blanche (remaniée ?)

Cette craie grise est le plus souvent tendre, peu ou pas phosphatée, glauconieuse. Elle renferme de nombreuses huîtres et des *Belemnites quadratus* et *verus*.

Elle est quelquefois dure avec quelques nodules à la base.

2° Une craie grise ou jaune dure, magnésienne, peu fossilifère et ne présentant guère alors que le *B. quadratus* (Villers-le-Sec), ou non fossilifère (Landifay, Courjumelles Dure-Carrière dans la direction Bertaignemont). Cette craie est exploitée pour les chemins.

Elle est à une altitude élevée à Courjumelles, Villers-le-Sec (nord), moindre à Landifay, Faucouzy (entre la voie ferrée et la route de Sains, où elle se montre séparée de la craie blanche par une faille) ; à Villers-le-Sec sud-est, elle se trouve à quelques mètres seulement au-dessous de la vallée de l'Oise à Séry (nord).

A Villers-le-Sec (nord), Cat-Toudu (Ribemont), où on l'a exploitée jusqu'à sa base, elle présente à cette base une sorte de conglomérat noduleux renfermant de nombreux fossiles, notamment des *Belemnites* dont surtout le *verus*.

Nodules

1° Une couche de nodules encaissés dans de la craie blanche, présentant une épaisseur de quelques centimètres jusqu'à un mètre et plus.

Cette couche se caractérise en ce qu'elle est toujours déposée dans l'assise de craie blanche, que son fossile dominant est le *Belemnites quadratus*. Une particularité à noter c'est que les rognons de marcassite y sont assez abondants.

Cette couche paraît être constante sur la rive gauche de l'Oise. Elle baisse, c'est-à-dire s'enfonce de plus en plus dans la craie blanche à mesure qu'on descend le cours de l'Oise. A Faucouzy-Landifay (mont des Combles), elle est à 120 mètres; la désagrégation de cette couche donne des Belemnites très-abondantes qui roulent sur le sol ; les gens du pays en ont donné au lieu dit un nom picard très-expressif.

On trouve cette couche dans les différentes carrières notamment à Villers-le-Sec, nord (dans la même carrière que la craie dure ci-dessus, mais séparée par une faille), à Séry, Sénercy. Au moulin d'Hamégicourt, elle est au niveau de l'eau, puis disparaît sous la vallée.

Je pense que c'est cette couche qui en s'effritant dans les pentes crayeuses de nos terrains donnent ces Belemnites souvent abondantes, que nos laboureurs désignent sous le nom de dents de loup.

Ces Belemnites roulant sur le sol ont donné bien des illusions pour les sondages à phosphates.

2° Nodules encaissés dans une craie phosphatée à la base de la craie dure magnénienne n° 2 ci-dessus, généralement plus gros et plus abondants que les précédents, à surface plus foncée, parfois remplacés par des fossiles phosphatisés, reposant toujours sur de la craie blanche (Villers-le-Sec, Cat-Toudu à Ribemont).

3° Nodules petits, noirs ou marrons, dans une craie blanche dure, sans fossiles. Je n'en connais qu'un exemple à gauche de la route Pleine Selve à la montée de Séru. Cet endroit n'est séparé du Cat-Toudu que par un ravin étroit.

Je n'ai pas de preuves fondées, ni surtout assez de science pour assigner les niveaux des ces divers nodules. J'ai voulu faire un résumé en attendant une étude par l'un de nos Maîtres.

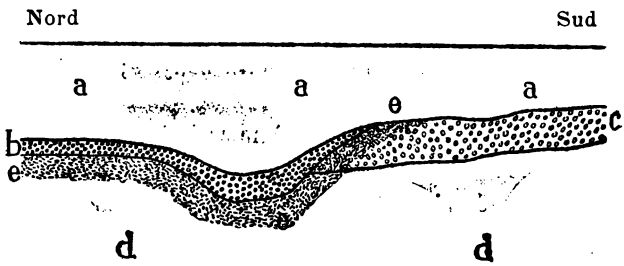
M. **Gosselet**, ajoute :

Les faits que M. Rabelle signale avec sa modestie ordinaire sont très intéressants. La position des diverses couches de nodules et de craie grise ne me paraît pas encore bien fixée ; mais il y a certainement à faire dans cette région des observations qui jetteront un jour nouveau sur la structure et l'origine de la craie.

M. Rabelle prouve que la craie à Belemnites s'étend jusque Landifay Courjumelles, et probablement Origny-Ste-Benoite, à 10 kilomètres de la limite que lui donne la carte géologique. De plus, cette craie à Belemnites présente des caractères, qui, s'ils n'indiquent pas la proximité immédiate d'un rivage, sont au moins une preuve qu'elle s'est déposée à une faible profondeur et dans une eau agitée par des courants puissants.

Dans la carrière de Sénercy, commune de Séry-les-Mézières, à l'O. du territoire, où M. Rabelle signale sa première couche de nodules, j'ai observé un banc de craie durcie, perforée, qui correspond à un ravinement profond de la craie.

Coupe de la carrière de craie de Sénercy



a Craie blanche supérieure ;
b Craie grise avec nodules de phosphates remaniés ;
c Craie blanche avec nodules de phosphate ;
d Craie blanche inférieure ;
e Zone durcie et perforée.

Le fond de la crayère est formée par une craie blanche homogène qui contient des Belemnites. Je n'en ai pas trouvé, mais les ouvriers m'ont affirmé qu'ils en rencontrent. Du côté sud, la partie supérieure de cette craie blanche, sur une épaisseur de près de 1^{m}, contient des nodules de phosphate de chaux. Du côté nord, la couche à phosphate de chaux a été complètement enlevée par un ravinement parfaitement dessiné par une ligne ondulée.

C'est la surface de ravinement qui est durcie et perforée aussi bien sur la craie pure, que sur la craie à nodules phosphatés.

Dans la cavité ravinée, on voit quelques décimètres d'une craie grise contenant des nodules remaniés de phosphate de chaux. Le tout est recouvert par de la craie blanche avec Belemnites.

Ainsi, du côté sud de la carrière, la craie à nodules phosphatés se trouve intercalée en stratification concordante et sans ravinement au milieu de craie blanche à Belemnites.

A l'E., de Séry-les-Mézières, M. Rabelle m'a montré une autre carrière séparée en deux parties par un chemin. Du côté sud du chemin, on a exploité de la craie grise dure qui contient des Belemnites et des Ananchytes; elle est surmontée de craie blanche.

Du côté nord du chemin la même craie blanche présente un lit de nodules de phosphate de chaux avec Belemnites nombreuses. Je n'en ai pas vu trace de ravinement.

Entre le lit de nodules de phosphate de chaux et la craie dure inférieure, il y a environ 5 mètres de craie blanche.

On peut supposer que le lit de phosphate de Séry est le même que celui de la carrière de Sénercy, distante de 2 kilomètres.

Est-ce aussi le même lit qu'on rencontre dans la carrière de Villers-le-Sec, dont parle M. Rabelle ? Cette carrière est divisée en deux parties par une faille verticale dont l'amplitude n'est pas connue.

Le côté N.-O., est creusé dans de la craie blanche qui contient une couche de nodules phosphatés, où les Belemnites sont très abondantes. Le côté S.-E., montre une craie jaune dure exploitée pour les chemins, contenant également des Belemnites et plus bas, au fond de la carrière, une couche de nodules de phosphate, plus gros que ceux du côté N.-O.; c'est celle que M. Rabelle désigne sous le n° 2.

M. **Gosselet** présente une *B. quadratus* qu'il a recueillie lui-même à Méricourt (Somme), dans de la craie

jaune dont la position était encore indéterminée. M. de Mercey l'avait depuis longtemps rapportée à la craie à Belemnites; mais l'absence de fossiles rendait cette détermination douteuse pour MM. Cayeux et Gosselet. Dans une excursion qu'ils ont faite avec M. de Mercey, ils ont enfin trouvé une Belemnite dans la craie jaune. Cette même craie jaune a fourni plusieurs plaques de Marsupites.

M. Gosselet signale encore la découverte de la *Belemnites plenus* à Lumbres dans la vallée de l'Aa. M. **Pontier**, lui a envoyé les renseignements suivants sur la carrière à ciment de Lumbres.

Les Belemnites se rencontrent au fond de la carrière dans une petite couche, qui a une épaisseur moyenne de 1m 50. Au-dessus, vient la pierre à ciment qui contient *Amm. Lewesiensis* et *Amm. nodosoides*, celle-ci moins commune que la première.

Leçon d'ouverture du Cours de Géologie professée à la Faculté des Sciences de Lille, le 25 Novembre 1893.

par **M. Gosselet.**

De l'importance de la Géologie dans l'Instruction générale.

Pendant les vacances, l'enseignement géologique a encore reculé d'un pas. La géologie, qui était exigée au Baccalauréat ès-sciences restreint, ne rentre plus dans les études d'Histoire Naturelle que feront les futurs docteurs en médecine dans les laboratoires des Facultés des sciences.

Depuis plusieurs années déjà la géologie a été presque rayée de l'Enseignement secondaire. En effet elle n'a point place parmi les sciences naturelles de la classe de philosophie et par conséquent elle ne figure pas dans les programmes du baccalauréat ès-lettres. Il y a, il est vrai, un cours de géologie en quatrième, mais il consiste simplement en quelques leçons de choses sur les pierres et il n'en peut être autrement, puisqu'il s'adresse à des enfants de 11 à 12 ans.

En présence de cet éloignement des Conseils de l'Université pour une science qui m'est chère et que je suis chargé de propager, j'ai pensé que je ne pouvais mieux commencer mon cours qu'en vous indiquant l'utilité des études géologiques, afin que vous ne les traitiez pas comme tout à fait secondaires et avec l'espoir que vous voudrez bien vous faire, chacun dans votre sphère, les avocats de la géologie.

Il me semble cependant bien inutile de vous parler des applications nombreuses de la géologie à l'art des mines, aux terrassements, aux construtions, à une foule d'industries, à la recherche des eaux souterraines, à l'agriculture, etc. Ce serait un sujet banal et dont je vous ai du reste entretenu bien souvent. Il vous suffira de suivre ce cours de géologie pour saisir, presqu'à chaque leçon, les conséquences pratiques des connaissances que vous acquerrez. J'aime mieux insister sur l'importance de la géologie pour le développement des idées, des tendances et des méthodes scientifiques.

Toute étude, qu'elle soit faite par un enfant ou par un homme mûr, doit répondre aux besoins de notre intelli gence. Or l'un de ces besoins primordiaux est d'apprendre ce que nous ignorons. Qu'on l'appelle curiosité ou esprit

scientifique, ce n'en est pas moins une passion à laquelle nous sacrifions souvent notre temps, notre santé et quelquefois notre vie. Trop heureux, si, au lieu de laisser notre curiosité vaguer dans les faits divers des journaux et dans les commérages de conversations, nous savons l'endiguer et la diriger vers des sujets qui développent notre intelligence.

La géologie répond autant que toute autre science, mieux peut-être même que toute autre science, à notre curiosité et à notre besoin d'apprendre.

Ressuscitons la méthode d'exposition d'il y a 60 ans et supposons un esprit curieux assis avec un géologue devant un bon feu d'hiver. Voici la conversation qui ne tardera pas à s'établir.

Le curieux.—Qu'est-ce que cette houille qui nous chauffe et nous éclaire ?

Le géologue. — La houille a une origine végétale; elle provient de débris végétaux qui ont été enfouis en terre et qui s'y sont charbonnisés, en perdant une grande partie de leur oxygène et de leur hydrogène. La preuve qne la houille a une origine végétale, c'est que certaines variétés montrent encore au microscope une texture organique semblable à celle du bois, c'est qu'on trouve avec la houille des fougères et d'autres arbres, analogues aux végétaux cryptogames qui vivent de nos jours. On rencontre souvent des troncs dont l'écorce est transformée en houille.

Si le géologue est au courant des derniers travaux de mon collègue M. Ch. Eug. Bertrand, il ajoutera: certains charbons, particulièrement les Bogheads, ou charbons à gaz, sont essentiellement formés d'un amas d'algues, qui à certains moment pullulaient à la surface d'un vaste lac comme les fleurs d'eau actuelles, etde grains de pollen, qui y étaient portés par le vent.

Lecurieux, — Pourquoi ne trouve-t-on pas de houille partout ?

Le géologue. — La houille ne peut se trouver que là où il y avait des lacs entourés de bois et au fond desquels les débris végétaux pouvaient s'accumuler et se charbonniser, Or il existait à l'époque carbonifère, une longue dépression lacustre, qui s'étendait depuis la Westphalie jusqu'au pays de Galles. C'est là que se formait le charbon, exploité aujourd'hui par les houillières d'Escheweiler, de Liège, de Charleroi, de Mons, d'Anzin, de Lens, etc.

Au N, et au S. de cette dépression inondée, il y avait des collines et des plaines boisées ; mais les végétaux, qui y poussaient, restaient après leur mort exposés à l'action de l'air ; ils ne tardaient pas à pourrir et disparaissaient entièrement.

Le curieux. Pourquoi le bassin houiller est-il interrompu dans le Pas-de-Calais à l'O. de Fléchinelle ?

Le géologue.— Après le dépôt de la houille, le nord de la France et toutes les régions voisines ont été ébranlées par la formation d'une ride gigantesque, qui a soulevé certaines parties du sol et en a abaissé d'autres. Les couches, déjà solidifiées, désignées sous le nom général de terrains primaires, ont été plissées et disloquées ; elles ont glissé les unes sur les autres, en produisant des montagnes et des vallées. Il est probable que dans la partie du Pas-de-Calais située à l'O. de Fléchinelle, les couches houillères ont été recouvertes par des couches plus anciennes et que l'on n'a pas encore su trouver leur position.

Le curieux. — J'ai lu dans un journal qu'on vient de découvrir un nouveau bassin houiller à Bouchain. Le forage qu'on y fait a rencontré le tourtia qui annonce la présence de la houille.

Le géologue. —C'est une erreur. Le tourtia n'annonce pas la présence de la houille. Le tourtia est une craie remplie de sable et même de cailloux, colorée en vert par des

grains de glauconie. Cette circonstance lui a valu le nom que lui donnent les mineurs par sa ressemblance avec les gateaux de tourteau. Il existe dans tout le nord de la France et de la Belgique à la base de la craie, reposant sur les terrains primaires redressés et plissés, comme je viens de vous le dire. Dans les endroits où le terrain houiller formait le fond de la mer dans laquelle s'est déposée la craie, il se trouve immédiatement sous le tourtia. Mais en dehors du bassin houiller les terrains dévoniens et carbonifères constituaient la surface du sol que la mer crétacée est venu recouvrir; aussi on les rencontre immédiatement après avoir traversé le tourtia. On sait par plusieurs sondages anciens que Bouchain est au S. de la limite du bassin houiller. C'est donc le terrain dévonien que l'on rencontrera sous le tourtia Il est impossible de dire qu'on ne peut pas trouver de houille à Bouchain, mais en tous cas ce serai sous le dévonien qui aurait glissé sur le houiller et à une profondeur certainement très considérable.

Le curieux. — Vous venez de dire que le tourtia s'est déposé dans la mer. Quelle preuve en a-t-on ?

Le géologue. — Je vous ai dit que le tourtia contient des grains de sable et des galets comme ceux que l'on voit sur nos rivages. Ce sont des fragments qui ont été arrachés aux rochers de la côte et qui ont été roulés par les vagues, On y reconnait souvent des trous semblables à ceux que les mollusques perforants font sur les cailloux du littoral. En outre, le tourtia contient des coquilles d'huitres, de peignes et d'autres animaux analogues à ceux qui vivent maintenant dans la mer, bien qu'ils en diffèrent comme genre et comme espèce.

Le curieux. — Est-ce que ce sont les mêmes coquilles que celles que j'ai ramassées dans les sablières de Cassel ?

Le géologue. — Non. Les coquilles des sables de Cassel.

sont différentes de celle du tourtia. Les sables de Cassel sont beaucoup plus récents que le tourtia.

Le curieux. — Comment le savez-vous ?

Le géologue. - D'abord les coquilles de Cassel ressemblent plus que celles du tourtia aux animaux de nos mers actuelles. Puis, sous les sables de Cassel, on trouve une masse d'argile, épaisse de 100 à 120 m , qui est l'argile des Flandres ; au-dessous viennent 150 à 200 m. de craie, dont la base est le tourtia.

Le curieux. — Est-ce que tout cela n'a pas pu se faire en même temps ?

Le géologue. — Certainement non. Dans les sables de Cassel, comme dans l'argile des Flandres, on rencontre des galets de silex pyromaque qui proviennent des silex de la craie. La craie, et à plus forte raison le tourtia, étaient donc déposés et consolidés avant la formation de l'argile des Flandres et des sables de Cassel. D'autre part, les galets du tourtia proviennent des terrains primaires sous-jacents. Il est bien évident que ceux-ci étaient déjà durcis et redressés alors que le tourtia, la craie et toutes les couches que l'on traverse pour y arriver, n'existaient pas encore.

Arrêtons là le récit de l'entretien ; laissons le curieux s'informer pourquoi les sables de Cassel forment une butte isolée au milieu de la plaine flamande, ce que c'est que la terre dont on fait les briques près de la gare, pourquoi il y a des sources autour de la colline, etc., et reconnaissons qu'une science qui répond à tant de questions diverses mérite véritablement d'être étudiée.

Il est vrai qu'on reproche moins à la géologie de ne pas donner de réponses aux questions qu'on lui pose, que d'en donner trop. On la qualifie de science d'hypothèses. Vous avez pu entendre des hommes instruits traiter les géologues de théoriciens et déclarer que la géologie n'est pas

une science. On lui fait un crime de ses changements continuels ; on critique son langage ; on déclare qu'après avoir lu un livre de géologie, on n'a rien compris à la science.

Il est vrai que les géologues sont loin d'être d'accord dans leurs explications et que leurs théories se modifient chaque jour. C'est l'essence même d'une science qui progresse.

Toute science se compose de faits positifs et d'hypothèses. Pour qu'un fait entre dans le domaine scientifique, il ne suffit pas qu'il soit indiqué par un savant, à moins que ce savant n'ait une autorité incontestée, il faut encore qu'il soit vérifié par d'autres. Il peut se faire qu'un fait reste douteux pendant un certain nombre d'années, néanmoins on cherche à l'expliquer, on construit une théorie, qui demeure à l'état d'hypothèse. Lorsque le fait a été confirmé par de nouveaux témoignages, l'explication théorique n'est pas pour cela établie. Par cela même que plusieurs savants se sont occupés du fait, ils ont apporté dans leurs explications leurs préoccupations spéciales, leur genre d'esprit, leurs connaissances acquises, leurs idées préconçues Ils ont perfectionné la théorie ; ils lui ont peut-être substitué une autre explication. D'ailleurs le fait n'est pas resté isolé ; d'autres faits connexes ont été observés, qui sont venus exiger des modifications à l'hypothèse primitive. Les opinions se heurtent ; la discussion engendre de nouvelles études ; puis il arrive un moment où l'accord s'établit ; la théorie scientifique est fondée. Dans cette voie la géologie ne diffère pas des autres sciences.

Un des plus curieux exemples de la manière dont une hypothèse après avoir été vivement discutée passe à l'état de certitude, nous est offert par l'histoire des blocs erratiques.

De Saussure et ses contemporains avaient observé tout autour des Alpes de Savoie et de Suisse d'énormes blocs granitiques qui provenaient des parties centrales de la chaîne. Ils en avaient même trouvé quelques-uns portés à une grande hauteur sur les flancs du Jura.

En 1834, de Charpentier expliqua le transport de ces blocs par l'existence d'anciens glaciers qui auraient couvert toute la plaine suisse et se seraient étendus jusqu'au Jura. Cette théorie fut accueillie par une incrédulité presque générale, puis par une vive opposition. On préférait supposer que les agents de transport avaient été des torrents formidables d'eau ou de boue. Les plus grands noms de la science prirent parti, les uns pour les glaciers, les autres pour les torrents. Pendant 50 ans, les faits s'accumulèrent ; on découvrit des blocs erratiques autour de toutes les montagnes, des Vosges, des Pyrénées, des Alpes Scandinaves; le transport par les torrents fut reconnu impossible. Depuis plusieurs années déjà l'accord est absolu et l'hypothèse de Charpentier a triomphé de toutes les résistances.

Ce qui s'est passé pour les blocs erratiques, s'est aussi passé, se passe ou se passera pour toutes les découvertes à quelques branches de l'activité humaine qu'elles appartiennent.

Bien qu'une des dernières venues dans l'aréopage scientifique, la Géologie possède déjà un grand nombre de faits sur lesquels la certitude est acquise, aussi bien pour l'observation que pour l'explication. Ainsi on est d'accord sur la superposition des couches et sur la succession des faunes, c'est-à-dire sur les bases essentielles de l'histoire de la terre. Il y a là une série de faits incontestés, dont l'enchaînement suffit pour constituer une vaste science.

Ceux qui prétendent que la géologie vit d'hypothèses, sont ceux qui, négligeant les faits, interrogent les géologues

sur les causes. Ils leur demandent, par exemple, comment se sont formées les montagnes. Les uns répondent qu'elles ont été soulevées par une force éruptive résidant dans l'intérieur de la terre ; d'autres que ce sont des Horst, des parties solides qui sont restées en place, lorsque tout s'effrondait autour d'elles, d'autres encore ques les montagnes sont des rides gigantesques qui se sont produites sous l'influence d'une poussée tangentielle, etc. L'anti-géologue triomphe et s'écrie : « La géologie n'est qu'un ensemble d'hypothèses contradictoires. Attendons pour l'enseigner que les géologues se soient mis d'accord. »

Cependant on ne refuse pas à la Physiologie le nom de science, bien que ses hypothèses soient au moins aussi nombreuses, aussi téméraires, aussi contradictoires que celles de la géologie. A-t-on attendu pour enseigner l'optique que les partisans de l'émission et des ondulations se soient mis d'accord et cessera-t-on de l'enseigner parce que la théorie de l'éther est battue en brèche.

Le savant qui ouvre un livre de géologie, sans être géologue lui-même, va droit aux grandes lignes, aux théories qui satisfont sa curiosité générale et c'est là qu'il rencontre l'hypothèse. Il néglige les faits de détail et même leurs explications immédiates.

A cela il y a une raison ; il se trouve arrêté dès les premiers mots par une foule de termes spéciaux, d'une étymologie souvent douteuse et dont il ne peut trouver la définition.

Je déplore profondément la prodigalité des géologues à doter leur science d'une foule de termes inutiles, à changer sans raisons graves la dénomination des étages, des assises, des fossiles. Il me semble que si les maîtres du langage géologique éprouvaient autant de peine que moi à faire pénétrer dans le monde qui nous entoure les notions

indispensables de géologie, ils seraient plus sobres de néologismes. Mais la géologie n'est pas la seule science atteinte de cette épidémie linguistique. Il suffit d'ouvrir un livre de zoologie moderne pour se trouver en face d'un langage tout aussi mystérieux. La botanique n'est pas non plus à l'abri de la maladie.

Ces sciences ont cependant un avantage sur la géologie. Quand il est question d'animaux et de plantes, on peut se figurer aisément le sujet de l'étude ; on a vu des oiseaux, des poissons, des insectes, des arbres, des fleurs ; on vit au milieu d'eux. Tandis que les terrains, les fossiles, sont choses inconnues du public ; on a pu en voir, mais on n'y a pas fait attention.

Pour apprendre la géologie, il ne suffit pas d'étudier dans un livre ou de suivre un cours, il faut observer soi-même et faire œuvre de géologue. Ceux d'entre vous qui ont fait des excursions géologiques savent combien elles sont attrayantes, quel plaisir on éprouve à reconnaître le terrain sur lequel on marche, les pavés qu'on foule aux pieds, les rochers près desquels on passe. On n'est plus seul dans ses promenades. C'est le même sentimen qu'éprouve le botaniste quand il herborise. Dès qu'i aperçoit une fleur, il l'appelle par son nom, la ceuille pour l'examiner de plus près, la retourne de tous les côtés pour voir si elle ne présente pas quelque anomalie, quelque particularité ; il cause en quelque sorte avec elle et il va ainsi de connaissance en connaissance, d'ami en ami. — Nous faisons de même en géologie. Chaque fois que nous rencontrons un rocher nous lui demandons son nom, son âge, pourquoi il est là, comment il s'est formé et pour ne pas oublier ses réponses, nous en rapportons un fragment pour nos collections.

Les collections, voilà un des plaisirs du géologue et de tous les naturalistes ! Un de mes plus savants collègues,

dont le départ laisse à la Faculté de Lille un vide qui ne sera pas de longtemps comblé, me disait un jour « J'approuve toutes les collections, même celles de timbres-poste, parcequ'elles apprennent à regarder. » Je ne vais pas jusqu'à admirer une collection de timbres-poste, mais j'estime que les collections d'histoire naturelle doivent être sérieusement encouragées. L'esprit de collection est propre à certaines intelligences ; il s'y mèle peut-être au désir d'apprendre et de se souvenir un certain amour de propriété. Le collectionneur se dit devant sa collection tout cela est à moi, comme l'avare devant son trésor ; comme l'avare il est insatiable ; il rêve toujours d'augmenter sa collection ; comme l'avare aussi, il a parfois peu de scrupules sur les moyens pour atteindre son but.

Si les collections se bornaient à satisfaire ce gout de propriété, je ne vous en parlerai pas. Mais toute collection, surtout toute collection d'Histoire naturelle, implique un classement, et par suite, une comparaison, un jugement sur les caractères des objets classés. C'est là que se révèle le coup d'œil du naturaliste : Il y a quelques années, qui disait naturaliste, disait collectionneur. On faisait des herbiers, des cadres d'insectes, des collections d'oiseaux ou de coquillages. Les médecins étaient botanistes. Quand un romancier voulait peindre un médecin, il lui mettait des simples dans la main. Maintenant qui pense encore aux simples ! Le médecin du romancier moderne est un disciple de Pinel ou de Charcot. Je ne sais pas si l'on trouverait encore à Lille un seul botaniste faisant un herbier. Il y a quelques années les collections de papillons étaient fréquentes, les ouvriers eux-mêmes y consacraient leurs promenades d'été. Actuellement il existe encore dans notre ville quelques collections très importantes, mais elles sont faites par mes contemporains, il ne s'en forme plus de

de nouvelles. Le type du naturaliste collectionneur a disparu sous le poids de l'indifférence, de l'isolement et même du ridicule.

Seuls les géologues restent collectionneurs. Dans beaucoup d'endroits, même dans les villages, on trouve des personnes qui consacrent leurs loisirs à faire des collections de géologie. Je tiens à les en remercier bien haut au nom de la science. Elles empêchent une foule de découvertes de se perdre et tôt ou tard leurs collections viennent enrichir les grands dépôts scientifiques. De plus j'éprouve un sentiment d'attraction pour ces hommes qui trouvent moyen de se créer des distractions intellectuelles, alors que tant d'autres ne savent que perdre leur temps.

J'estime que j'ai pour devoir de propager de plus en plus le goût de la géologie dans notre région, en multipliant les excursions géologiques. Je compte que vous m'accompagnerez et que vous m'aiderez dans mon œuvre de propagande.

Je ne prétends pas cependant faire de vous tous des géologues. Vous pourrez continuer à vous livrer à vos études de prédilection, où vos connaissances géologiques, loin d'être un obstacle, seront au contraire, un élément de progrès.

La géologie, la zoologie et la botanique, se tiennent intimement, non seulement parce qu'elles ont pour but l'étude de la nature, mais essentiellement parce qu'elles ont l'observation comme méthode, et parce qu'elles se prêtent un mutuel secours.

La Paléontologie est une des bases, je dirai la base la plus solide de la géologie. C'est par l'étude des animaux fossiles que nous fixons l'âge des couches, que nous apprécions leur mode de formation, que nous comparons des

dépôts faits à de grandes distances l'un de l'autre. Or pour faire de la paléontologie, le géologue doit être zoologiste. Il doit savoir reconnaître les genres, déterminer les espèces; il doit pouvoir peser les caractères. S'il rencontre un organisme inconnu, il faut qu'il en recherche les affinités. Généralement son champ d'étude pratique, se limite aux animaux inférieurs, qui ont laissé leurs dépouilles dans les eaux marines ou fluviales. Les débris de vertébrés, sont assez rares, et leur étude exige des connaissances anatomiques assez étendues pour ne pouvoir être abordée, que par des savants spéciaux. Mais le géologue, doit pouvoir lire, apprécier et juger leurs travaux. De plus, les vertébrés sont les grandes figures des générations passées. Celui qui ne les connait pas, ne peut se rendre un compte exact de l'histoire de la terre.

Le zoologiste, de son côté, ne peut se passer de la paléontologie et de la géologie. La paléontologie lui révèle des organisations dont les unes sont très différentes de celles qu'il observe dans la nature vivante et dont les autres constituent des chaînons, qui unissent les animaux actuels. Vous avez dû être frappés, lorsque vous avez étudié les Mammifères de trouver dans ce qu'on a appelé jadis l'ordre des Pachydermes, des animaux tels que le Rhinocéros, l'Hippopotame, le Cochon, le Cheval, très différents les uns des autres. Dans les quelques leçons que je vais consacrer aux mammifères fossiles, vous verrez, qu'il a existé une foule de types intermédiaires, formant des passages entre tous ces genres aujourd'hui isolés. En remontant la série des filiations possibles, vous remonterez à un être que l'on peut considérer comme l'ancêtre de tous les Ongulés.

Le problème de la filiation des êtres n'est pas seulement zoologique et anatomique, la géologie a aussi son mot à dire. Parmi les nombreux tableaux phylogéniques que l'on

a publiés depuis vingt ans, combien y en a-t-il qui ont donné comme ancêtres communs à certains animaux, des êtres qui sont venus après eux.

Quand les faits ne répondent pas à leurs vues théoriques, les phylogénistes, reprochent à la paléontologie, de ne livrer que quelques lignes éparses, dans des pages isolées du grand livre de l'histoire de l'animalité.

Je crois qu'il y a exagération, et que la géologie fournit des documents plus complets. Mais de toutes manières, la première chose pour lire ces documents, est de ne pas intervertir les pages. C'est ce qu'a parfaitement compris le savant professeur du Muséum, M. Perrier. En présentant, il y a quelques jours, son traité de zoologie à l'Académie des Sciences, après avoir exposé les principes qui l'ont guidé dans la coordination des Arthropodes, il ajoute :

« Dans cette coordination, il a été tenu grand compte de l'ordre paléontologique des animaux. On a ainsi, autant que possible, évité d'expliquer l'organisation d'animaux antérieurs, par celle d'autres beaucoup plus récents. »

Le zoologiste qui veut aborder ces questions de phylogénie, doit donc connaitre parfaitement l'âge relatif des diverses faunes fossiles, et l'étendue des lacunes paléontologiques, qui peuvent exister entre ces diverses faunes.

Remarquez, que je ne dis pas à ceux d'entre vous, qui désirent faire de la zoologie, qu'ils doivent être géologues. A notre époque, le domaine des sciences naturelles est tellement vaste, chacune d'elle est si absorbante, qu'il faut se spécialiser. Je dis seulement, que les zoologistes doivent savoir assez de géologie, pour comprendre, apprécier et juger par eux-mêmes, les travaux des géologues.

La Botanique est moins intimement unie à la géologie, que la zoologie. Non point que les botanistes ne puissent rendre à la science zoologique des services considérables.

Vous en avez eu une preuve, dans les belles études de M. C. Eug. Bertrand, que je vous citais tout à l'heure. Mais plusieurs circonstances, font que les géologues, se servent moins des fossiles végétaux, que des fossiles animaux.

Les débris végétaux, ne se rencontrent guère, que dans les formations lacustres et fluviales, qui sont beaucoup moins étendues et moins générales que les formations marines. Le géologue aura donc à recueillir bien moins de restes végétaux, que d'animaux marins.

Parmi les fossiles végétaux, les feuilles dominent. Or, la détermination des feuilles fossiles exige une telle connaissance de la flore actuelle, qu'elle ne peut-être entreprise que par un petit nombre de savants spéciaux. Tout au plus, pourrait-on faire une exception pour les feuilles de fougères et autres du terrain houiller, pour lesquels la comparaison avec les espèces actuelles est impossible ou peu nécesaire.

Quant aux tiges, aux rhizômes, aux fruits, vous savez que l'étude de leurs tissus, fournit des documents très importants, pour la détermination de ces végétaux anciens; mais aussi que cette étude ne peut être faite que par des botanistes de profession.

Il est cependant quelques cas, où la botanique fournit au géologue une aide pratique. La végétation lui indique la nature du sol ; ainsi la présence de la digitale le préviendra qu'il est sur un terrain schisteux ou granitique. Une plante calcicole, pourra l'aider à découvrir une étroite lentille calcaire, dans les schistes. Réciproquement, la connaissance de la constitution géologique d'un pays, peut permettre aux botanistes, de trouver plus facilement, certaines plantes. Ainsi, sous le rapport de l'herborisation, la Géologie et la Botanique, se rendent de mutuels services.

Du reste, le géologue, pour apprécier l'âge des dépôts

d'eau douce, et le climat sous lequel ils se sont formés, doit connaitre les parties fondamentales de la botanique, comme le botaniste qui veut entrer dans l'étude des flores fossiles et de l'origine des végétaux actuels, doit savoir la géologie.

Outre la zoologie et la botanique il y a une autre science naturelle, c'est-à-dire une science d'observation, qui est intimement liée à la géologie, bien qu'elle en soit séparée par les programmes; c'est la Minéralogie. Une scission regrettable s'est opérée entre les deux sciences, qui devraient se prêter un appui d'autant plus fraternel, qu'en province elles sont enseignées par le même professeur et qu'en droit, sinon en fait, les géologues doivent faire de la minéralogie. En effet un réglement, souvent oublié, du Doctorat ès-sciences exige que lorsque la thèse principale est une thèse de géologie, la minéralogie figure parmi les questions posées par la Faculté pour suppléer à la seconde thèse.

Les géologues de la première moitié du siècle étaient minéralogistes; mais par suite de l'importance que prirent les fossiles pour la détermination des terrains, on délaissa presque complètement les minéraux et même les roches. Il fallut que l'emploi du microscope polarisant mit en honneur l'étude des roches éruptives, pour ramener les géologues à s'occuper des minéraux. Ici, à la Faculté des sciences de Lille, vous suivez des cours de lithologie faits par un savant, dont l'exemple suffit pour prouver que l'on peut devenir un maître à la fois en lithologie et en paléontologie. Je vous engage à profiter de ses leçons, d'abord pour la science en elle-même, ensuite pour le succès de votre examen.

Du reste, je suis convaincu que la minéralogie et la géologie vont se rapprocher de plus en plus. Je viens de vous dire pourquoi le géologue est obligé de devenir minéralogiste. Le minéralogiste de son côté est poussé vers la géolo-

gie. La minéralogie en elle-même est une science très limitée. Le nombre des minéraux est restreint et si les formes cristallines qu'ils peuvent présenter sont nombreuses, il arrivera cependant un moment, où elles seront toutes connues. Des minéralogistes éminents ont compris qu'il fallait ouvrir une nouvelle voie à la science, qu'il y avait lieu de chercher à découvrir la genèse des cristaux, les causes qui ont produit telle forme cristalline, plutôt que telle autre. Pour cela, il sont obligés d'étudier le gisement des minéraux ; ils deviennent géologues.

J'ai déjà si souvent entretenu vos prédécesseurs et quelques-uns d'entre vous des rapports de la Géologie avec la Géographie, que je n'y insisterai pas. Je vous rappellerai seulement que vous devez savoir la géographie pour profiter convenablement des leçons de géologie stratigraphique. Du reste, le système de cartes que nous employons pour le cours de stratigraphie vous mettra rapidement au courant des notions géographiques qui vous sont nécessaires.

J'ai encore à vous recommander deux sciences, mais je n'ose vous dire de les travailler, même dans vos moments de loisir, car je sais que vous n'avez pas de loisirs, que vous avez même la plus grande peine à voir toutes les matières de l'examen. Néanmoins je signale ces deux sciences à ceux d'entre vous qui ne préparent pas la licence. C'est la chimie et l'archéologie.

Je crois qu'actuellement un géologue doit être un peu chimiste. Nous sommes arrivés à la fin de la phase scientifique qui a été consacrée à déterminer l'âge relatif des différentes couches du globe. Ce travail était nécessaire, fondamental. Toutes les autres considérations étaient prématurées avan qu'il ne fût accompli. Maintenant, il est presque terminé au moins pour l'Europe et le nord de l'Amérique. La carto-

graphie n'est pas complète, mais il ne reste plus à faire que des détails. Quand on trouverait en Bulgarie, par exemple, une assise qui n'y a pas encore été reconnue, ce pourrait être très intéressant pour la géologie bulgare, mais la découverte n'aurait pas une grande influence sur l'ensemble de la science.

La géologie va forcément entrer dans une nouvelle phase ; on va chercher dans quelles conditions les diverses couches géologiques se sont formées. Pour cela, la paléontologie ne suffit plus. Il faut y joindre l'étude de la nature minéralogique et chimique du dépôt. Il faut que vous sachiez faire des analyses. Les belles recherches de MM. Fouqué et Michel Lévy sur la synthèse des roches ont aussi ouvert une voie féconde, mais qui exigent des qualités de chimiste très sérieuses.

Malheureusement dans notre système d'instruction tout est réglementé, rien n'est laissé à la liberté, au choix, à l'initiative individuelle. Géologues, vous êtes classés avec les naturalistes, vous n'avez pas le temps de suivre un cours de chimie. Une fois licenciés ès-sciences naturelles, faites-vous de la chimie ? Si vous voulez donner à vos nouvelles connaissances la sanction d'un diplôme, il vous faut passer un autre examen de licence très difficile et apprendre outre la physique, la chimie organique qui ne nous est d'aucune utilité. Mais il est convenu que pour le moment je parle à ceux qui ne poursuivent pas de diplôme, et je les engage à faire de la chimie minérale.

Enfin je leur dirai aussi : apprenez un peu d'archéologie. Dans nos contrées du Nord, couvertes de formations récentes, vous rencontrerez à chaque pas des dépôts contenant les restes des civilisations passées. N'allez pas, comme cela s'est fait souvent, ranger dans l'époque quaternaire des limons qui renfermaient des poteries romaines.

Croyez-vous que si la chimie et l'archéologie sont utiles au géologue, les connaissances géologiques à leur tour ne puissent pas servir au chimiste et à l'archéologue.

Le chimiste n'a-t-il pas besoin de savoir les conditions de gisement des matières premières qu'il emploie. L'archéologue ne doit-il pas distinguer un terrain vierge d'un sol remanié, éviter de prendre des rochers naturels pour des dolmens, etc. D'ailleurs géologues et archéologues se rencontrent forcément dans l'étude des premiers âges de l'humanité.

Je crois vous avoir démontré que la géologie prête à de nombreuses sciences un appui nécessaire et ne mérite pas le rôle secondaire qu'on lui attribue. Mais je n'ai pas fini ; j'arrive même à des considérations plus importantes encore. Je suis convaincu que la connaissance des principes de la géologie n'est pas seulement utile à quelques savants, mais qu'elle est essentiellement éducatrice de l'intelligence et nécessaire à tous ceux qui réfléchissent sur les grands problèmes de la nature.

Son principal avantage est de donner l'idée du temps. La notion exacte du temps est une des plus difficiles à acquérir. Les évènements dont nous avons été les témoins dans notre jeunesse nous paraissent d'hier ; ceux que nos pères nous ont racontés nous semblent encore récents. Ainsi le temps de la Révolution rentre encore dans ce qu'on appelle l'histoire contemporaine. Mais dès que l'on va au delà, immédiatement on croit pénétrer dans un passé éloigné, bien que plusieurs d'entre nous aient pu entendre parler de cette époque par des témoins oculaires. Dans mon enfance, mon grand-père me racontait des histoires de sa jeunesse à l'époque, du pacte de famine. Aussi je fais peu de différence entre les années de la fin du XVIIIe siècle et celles qui ont commencé le XIXe, tandis que pour vous, il y a un abîme entre elles.

Au-delà, le temps ne nous apparaît plus que comme une succession d'évènements et toute histoire, qui relate peu de faits, nous paraît de courte durée.

A mesure que l'on s'éloigne dans l'antiquité, on cesse d'apprécier le temps. Lorsque Bonaparte disait à ses soldats dans le langage théâtral de l'époque : *Du haut de ces pyramides quarante siècles vous contemplent.* Il eût pu dire aussi bien et avec plus de vérité soixante siècles, mais il il n'eût pas éveillé une autre idée. Quarante ou soixante siècles, c'est un passé tellement éloigné qui nous cessons de l'apprécier.

Qu'est-ce cependant que le passé de l'histoire, auprès de celui de la géologie. Alors plus de mesure ; l'imagination peut se donner libre carrière et elle n'y manque pas. Néanmoins quand nous envisageons la question avec la froide raison, nous sommes obligés de reconnaître aux temps géologiques une durée immense, indéfinie, mais je ne dis pas infinie, comme quelques-uns ont pu le croire dans l'école de Lyell.

Pour ces géologues, la terre serait l'objet de modification incessantes et périodiques. Tous les rochers, même les plus durs, sont altérés et rendus meubles par les agents météoriques. Leurs débris sont portés dans les dépressions lacustres et marines, où ils donnent naissance à de nouvelles couches qui se superposent aux plus anciennes. En même temps les couches profondes, celles qui se sont formées de la même manière à une époque géologique très reculée, seraient soumises à un accroissement de chaleur très considérable, soit parce que les dépôts nouvellement formés garantissent ceux qui sont en dessous contre le rayonnement, soit parce qu'elles subissent l'influence d'un noyau igné, soit parce qu'ils sont affectés de mouvements de plissement qui engendrent de la chaleur.

Par l'effet de cette chaleur les roches profondes se métamorphisent, cristallisent ou même fondent. Puis elles

sont ramenées au dehors par les soulèvements des montagnes ou par les éruptions volcaniques. A peine sont elles arrivées à la surface, que la pluie, le vent, la gelée commencent leurs attaques, toujours triomphantes.

La matière minérale parcourrait donc un cycle éternel, qui la ferait passer successivement par les états de rocher, de boue, de masse sédimentaire, de roche cristalline et de lave.

Cette théorie, malgré les objections qu'elle soulève, pourrait être acceptée à la rigueur pour la matière minérale, mais elle est en contradiction avec ce que nous apprend la paléontologie. A mesure qu'on remonte dans la série des âges géologiques, on constate que la faune se simplifie, que les organismes deviennent moins complexes, moins diversifiés, plus rudimentaires. Sous ce rapport, tous les géologues sont unanimes. Les découvertes qui se succèdent avec une rapidité si étonnante, je dirai presque si émouvante, peuvent bien enrichir la variété des conceptions organiques, reculer l'origine des types que nous pensions plus récents, mais elles ne font que confirmer la règle. La faune que nous appelons primordiale en attendant qu'on en trouve une plus ancienne, ne nous présente qu'un petit nombre de types qui sont presqu'identiques dans tous les pays du monde où on la découvre.

La découverte de Radiolaires dans les quarzites, que nous rapportions au terrain azoïque, par M. Barrois et par M. Cayeux, prouve que la vie est plus ancienne sur la terre qu'on ne le pensait ; mais elle confirme la loi, en nous montrant la vie à cette époque réduite aux êtres les plus simples.

Ainsi la géologie nous enseigne que la marche de la vie sur la terre peut-être représentée par une ligne droite, brisée ou ondulée, mais non par un cercle. C'est une évolution et non une révolution.

Si notre planète avait toujours été ce qu'elle est, si sa durée était infinie, la vie à sa surface n'aurait jamais commencé à un moment plutôt qu'à un autre; elle aussi serait éternelle.

Ce sont là quelques-unes des considérations philosophiques qu'inspire la géologie et qui mériteraient d'entrer dans l'enseignement. Il y en a bien d'autres que je ne puis développer.

Je ne désespère pas de voir un jour la géologie reprendre sa place légitime. La cosmographie avait été exclue en même temps qu'elle des programmes du Baccalauréat. Elle y est revenue, à ma grande satisfaction. Je crois qu'on peut être très instruit sans savoir ce que c'est que l'ascension droite ou la déclinaison; j'admettrai à la rigueur qu'on ne s'explique pas correctement les éclipses et les marées. Mais il y a dans la cosmographie une idée philosophique de premier ordre, celle de l'espace, de l'immensité de l'espace, analogue à l'immensité des temps géologiques. Tout esprit philosophique doit y avoir réfléchi. Il ne peut l'apprécier que s'il a étudié sérieusement la cosmographie, comme il n'aura pas la notion saine du temps s'il ignore la géologie.

J'espère qu'un jour, ceux qui président aux destinées de l'Instruction publique, comprendront que la géologie n'est pas comme ils ont pu le croire, peut-être avec quelqu'apparence de raison, une nomenclature de fossiles et d'étages, une succession fastidieuse de coupes prises un peu partout, mais au contraire une science utile, intéressante, développant l'esprit d'observation et ouvrant des idées générales et philosophiques dignes de toute notre attention.

Séance du 6 *Décembre* 1893

M. Gosselet montre quelques échantillons du Boghead d'Ecosse qui lui ont été envoyés par M. le professeur **C. E. Bertrand**.

Sur l'Eau de la source du Grosnard alimentant la ville de **St-Quentin**, *par M.* **Vivien** (1).

L'eau de la source du *Grosnard*, alimentant la ville de Saint-Quentin., contenait en juin 1889 d'après mes analyses :

	Par hectolitre
Bicarbonate de chaux.	33 gr. 42
Bicarbonate de Magnésie . . .	1 » 09
Oxyde de fer et d'alumine . . .	traces
Sulfate de chaux cristallisé. . .	3 gr. 32
Azotate de chaux cristallisé . .	0 » 98
Azotate de magnésie cristallisé .	4 » 15
Azotate de soude	0 » 08
Chlorure de potassium	1 » 38
Chlorure de sodium.	1 » 24
Silice	0 » 27
Matières organiques	0 » 50
Sels totaux dissous.	46 gr. 43

Oxygène absorbé par les matières organiques : 0 gr. 096.

Le tableau suivant donne la comparaison de la composition de l'eau du Grosnard avec celle de l'eau potable prise comme type dans l'instruction spéciale que Messieurs Brouardel et Pouchet ont soumise à l'adoption du Comité d'hygiène publique de France, le 10 août 1885.

(1) Rapport au maire de Saint-Quentin.

Tableau I.

COMPOSITION PAR HECTOLITRE	TYPE D'EAU POTABLE	EAU DU GROSNARD
Résidu fixe	26 gr. 5	33 gr. 1
Produits volatils et matières combustibles au rouge sombre	1 » 1	4 » 4
Acide sulfurique.	2 » 2	1 » 5
Carbonate de chaux	17 » 5	23 » 3
Sels de chaux autres. . . .	3 » 2	4 » 2
Sels de magnésie	2 » 4	5 » 2
Chlore	1 » 6	1 » 4
Nitrate	0 » 0	5 » 1
Oxygène enlevé par l'eau au permanganate	moins de 0 gr. 200	0 gr. 096

L'oxygène nécessaire pour brûler les matières organiques est relativement faible, il n'en faut que 0 gr. 096 contre 0 gr. 200 de tolérance pour l'eau prise comme type, — l'eau du Grosnard contient donc peu de matières organiques. D'après l'oxygène enlevé au permanganate, en liqueur acide d'une part, puis en liqueur alcaline d'autre part, on est en droit d'en conclure qu'il n'y a pas d'infiltration de matières excrémentielles animales.

Depuis vingt ans, j'ai eu à étudier diverses sources situées dans la ville de Saint-Quentin.

Trois nappes d'eau principales existent dans le sous-sol de notre ville : l'une est ferrugineuse, l'autre séléniteuse et la troisième bicarbonatée.

Le troisième représentée par la source du Grosnard est située au sud-ouest de la ville.

Les deux premières nappes présentent en moyenne la composition suivante :

Tableau II

COMPOSITION PAR HECTOLITRE	EAU FERRUGINEUSE DANS LA PARTIE SUD ET SUD-EST DE LA VILLE	EAU SÉLÉNITEUSE DE LA PARTIE OUEST ET NORD DE LA VILLE	
		Minimum	Maximum
Bicarbonate de chaux.	46 gr. 260	39 gr. 990	41 gr. 400
Bicarbonate de protoxyde de fer	1 » 300	0 » 000	0 » 000
Sulfate de chaux hydraté.	0 » 000	2 » 780	22 » 390
Azotate de chaux cristallisé.	1 » 820	7 » 500	46 » 770
Chlorure alcalins.	1 » 280	4 » 000	17 » 900
Silice.	0 » 100	0 » 050	non dosé
Matières organiques	0 » 500	0 » 300	traces
Sels divers non dosés	0 » 220	0 » 100	»
Matières dissoutes totales :	51 gr. 480	54 gr. 720	128 gr. 460

1° L'eau ferrugineuse qu'on trouve dans le bas de la ville, tout le long de la Somme, est considérée comme saine et potable. Je n'ai eu qu'une analyse à faire de cette eau, lors d'un forage, et pour avoir une moyenne il faudrait analyser l'eau de plusieurs sources car elles abondent dans le bas de la ville. Le fer qu'elle contient provient probablement de l'oxydation des pyrites et se trouve dans l'eau à l'état de bicarbonate de fer maintenu en solution à la faveur d'un excès d'acide carbonique.

A sa sortie de terre, cette eau est limpide et incolore, mais par l'agitation ou même par le repos prolongé dans un vase ouvert, le gaz carbonique se dégageant, l'eau se trouble, il se forme un dépôt jaune ocreux de carbonate de protoxyde de fer.

C'est l'eau de cette nappe qui a été vendue sous le nom d'eau ferrugineuse de Saint-Quentin. Elle pourrait être employée pour l'alimentation, surtout en se mettant à l'abri des infiltrations des couches tourbeuses superficielles, elle est préférable au point de vue sanitaire, aux eaux bicarbonatées ordinaires à cause du fer qu'elle contient, mais elle a l'inconvénient de se troubler et de paraître sale ; elle donne lieu en effet à la formation de dépôts ocreux dans les vases et carafes et le public, non habitué, est peu flatté de son emploi à cause de cet inconvénient.

2° L'eau séléniteuse de la seconde nappe est impropre aux usages domestiques. La nappe qui renferme ces eaux est peu profonde, et sur le parcours des boulevards Victor-Hugo et Henri Martin, on la trouve à environ 40 mètres de profondeur. Sa composition est très variable suivant l'ancienneté des puits et suivant la profondeur des forages.

Dans le tableau précédent on voit les variations extrêmes de composition que j'ai pu constater par les diverses analyses que j'ai eu à faire jusqu'à ce jour. Il est visible

que cette nappe d'eau reçoit beaucoup d'eaux d'infiltration et que sa composition est variable suivant l'époque de l'année et l'abondance des pluies.

Une eau semblable ne peut convenir pour l'alimentation et on doit la rejeter. Elle contient des nitrates et des chlorures en très grande quantité et cette proportion peut dans certains cas devenir tellement forte qu'on a, par concentration d'un certain volume d'eau, des sels cristallisés.

J'ai eu à analyser en 1873 l'eau concentrée dans les générateurs des bains de M. Théry, rue Jumentier. — Extraite du générateur après huit jours de marche elle contenait un précipité, à base de chaux et de magnésie, imprégné de sels de potasse et de soude. L'eau séparée du dépôt, par filtration, avait une densité de 1.0440 et la composition suivante :

Tableau III

Composition par hectolitre

Azotate de potasse	774 gr. 10
Azotate de soude	492 » 60
Azotate de chaux.	3092 » 10
Azotate de magnésie.	36 » 00
Chlorure de potassium	1680 » 20
Sulfate de potasse	125 » 00
Silice	8 » 00
Sels divers	92 » 00
	6300 gr. 00

Le puits de M. Théry était souillé par des eaux d'infiltration très abondantes qui se chargeaient de nitrates en baignant et traversant les murs salpêtrés des fondations des bâtiments environnants.

L'eau provenant de cette nappe est insalubre et ne peut servir pour l'alimentation.

3° L'eau bicarbonatée qui constitue la troisième nappe, d'abord rejetée comme impropre à l'alimentation de la ville, a été néanmoins choisie en 1868 sur mes indications, elle est donnée par la source du *Grosnard*. Cette nappe d'eau se trouve à une profondeur beaucoup plus considérable que les deux premières.

Lorsqu'on compare les analyses faites sur l'eau du Grosnard, depuis quelques années, on remarque un changement assez notable dans sa composition. Pour vous permettre de suivre les changements qui se sont produits, je vous donne ci-dessous, en regard de l'analyse que je viens de faire, deux analyses, l'une faite en 1868 et l'autre en 1880 (*Voir le Tableau IV ci-contre*).

On voit par ce tableau que les azotates, dont la teneur en acide azotique permet d'établir une comparaison entre les diverses analyses, se maintiennent en assez forte proportion dans l'eau du Grosnard, mais leur quantité et leur nature varient suivant l'abondance des pluies et changent d'une époque à une autre.

La quantité de sulfate de chaux va en augmentant graduellement; en 1868 la source n'en contenait pas et maintenant on en trouve 3 gr. 321 par hectolitre. Le bicarbonate de chaux ainsi que les chlorures alcalins, au contraire, ne varient pas sensiblement.

Les azotates et le sulfate de chaux que l'on trouve maintenant dans l'eau du Grosnard, proviennent certainement d'infiltrations des couches superficielles et notamment de la nappe d'eau séléniteuse.

En effet, en 1879, un industriel, voisin du Grosnard, fit forer un puits et tomba dans la nappe d'eau séléniteuse. Cette eau ne pouvant convenir à son industrie, il descendit un tube concentrique dans le premier pour continuer le

Tableau IV

Composition de l'eau du Grosnard, d'après les analyses de M. A. Vivien.

COMPOSITION PAR HECTOLITRE	AOUT 1868 (prise à la source)	MAI 1880	JUILLET 1889
Bicarbonate de chaux	33 gr. 776	34 gr. 000	33 gr. 420
Bicarbonate de magnésie	2 » 331	0 » 749	1 » 090
Oxydes de fer et d'alumine	traces	1 » 100	traces
Sulfate de chaux hydraté	0 gr. 000	2 » 556	3 gr. 321
Azotate de chaux hydraté, avec 4 équivalents d'eau	4 » 539	2 » 054	0 » 977
Azotate de magnésie cristallisé, avec 6 id.	0 » 559	0 » 970	4 » 146
Azotate de soude	»	»	0 » 080
Chlorure de potassium	1 » 296	1 » 325	1 » 377
Chlorure de magnésium	0 » 000	0 » 900	0 » 000
Chlorure de sodium	1 » 233	1 » 240	1 » 242
Silicate de soude	0 » 371	0 » 098	0 » 000
Silice libre	0 » 170	0 » 200	0 » 270
Carbonate de soude	0 » 511	0 » 000	0 » 000
Matières organiques dosées d'après le permanganate réduit en liqueur acide	0 » 210	3 » 000	0 » 500
Matières dissoutes totales	44 gr. 996	48 » 192	46 » 423
Acide azotique correspondant aux azotates	2 gr. 310	1 » 350	2 » 239

forage et prendre l'eau bicarbonatée qui se trouve au-dessous. L'eau du premier forage contenait jusqu'à 22 gr. de sulfate de chaux par hectolitre, tandis que dans la couche inférieure l'analyse ne décelait plus que 2 gr. 78 de sulfate de chaux. La nappe d'eau supérieure s'est répandue dans le sol et a dû venir souiller l'eau du Grosnard.

Il suffit donc que dans la partie ouest de la ville on ait creusé quelques puits à forages profonds pour qu'on ait mis en contact les deux nappes d'eau, apporté du sulfate de chaux dans l'eau du Grosnard et même sans avoir recours à ces forages il se peut que l'eau séléniteuse arrive par infiltrations naturelles dans cette source.

Les mêmes faits peuvent se passer pour la couche d'eau ferrugineuse de la partie sud de la ville.

Tableau V

UN HECTOLITRE CONTIENT :	PARTIE SUD de la ville forage peu profond	PARTIE SUD de la ville forage profond rejoignant la couche du Grosnard
Bicarbonate de chaux	46 gr. 260.	34 gr. 170
Bicarbonate de protoxyde de fer.	1 » 300	0 » 000
Sulfate de chaux hydraté. . .	0 » 000	0 » 920
Chlorures alcalins	1 » 280	1 » 540

Par un forage profond, on trouve l'eau bicarbonatée qui ne contient plus de fer. Mais si les puits que l'on faits ne sont pas tubés, si les mauvaises nappes ne sont pas aveuglées, on établira un mélange entre les deux nappes d'eau et la couche supérieure viendra apporter du fer dans la couche inférieure.

Ces diverses analyses montrent que des infiltrations se produisent et que les couches d'eau superficielles viennent contaminer la source du Grosnard. Il paraît

nécessaire de capter les eaux destinées à l'alimentation de la ville et ce captage peut se faire par un simple forage en descendant un tube jusqu'à la nappe souterraine qui alimente le Grosnard. On empêchera ainsi les infiltrations d'eau superficielles qui amènent les nitrates et les sulfates ; on diminuera aussi le contact prolongé de l'eau avec le calcaire qu'elle doit traverser pour arriver à fleur de terre et la dissolution du carbonate de chaux dans l'eau chargée d'acide carbonique.

Ce captage paraît d'autant plus nécessaire que l'on établit de nouvelles habitations tout autour de la source, et que des fosses d'aisances, mal citernées, peuvent amener des infiltrations dangereuses.

MM. Lefrant et Cie, fabricants de sucre à Montescourt-Lizerolles, viennent de faire un puits dans leur propriété. J'ai entendu dire par le foreur, M. Pagniez-Mio, de Somain, qu'il était descendu à 200^{m} de profondeur en 0^{m}40 de diamètre. On peut s'assurer de la véracité de ces données et vérifier par l'analyse de l'eau du puits de M. Lefrant, si à 200^{m} on a de l'eau de meilleure qualité que celle fournie actuellement par le Grosnard.

Il est certain que si on pouvait avoir de l'eau exempte :

1° De sulfate de chaux, si nuisible à la cuisson des légumes ;

2° Moins chargée de bicarbonate de chaux, qui encrasse les vases et les chaudières et nuit aux savonnages en décomposant le savon ;

3° Exempte de nitrates provenant des infiltrations superficielles ; on ne devrait pas hésiter à capter la source du Grosnard par un ou plusieurs forages, car l'eau de bonne qualité est une fortune pour tous les habitants.

M. **Ladrière** fait une communication sur le quaternaire de la Somme, entre Lucheux et Donqueur.

M. **Parent** présente un oursin trouvé par M. Gosselet, à Royon (P.-de-C.), dans la craie à *M. breviporus*. Il appartient au genre *Infulaster* signalé pour la première fois dans le bassin de Paris, par M. Cayeux, qui l'avait rencontré dans la craie à *M. breviporus* du Cambrésis.

Puits artésien aux environs de **Londres**

Note communiquée par M. **Ad. Meyer** (1)

On a foré récemment à New Lodge, dans la forêt de Windsor (Angleterre), un puits artésien dont les résultats sont très intéressants pour les géologues et pourraient avoir de l'importance pour la population de Londres. Le forage, fait par MM. Legrand et Sutcliff, a traversé successivement l'argile de Londres et les couches tertiaires, 65^{m}; la craie, 224^{m}; le sable vert supérieur, 3^{m}40; le gault, 80^{m}25, pour atteindre à 375^{m} le sable vert inférieur. Après un enfoncement de 2^{m}70 dans cette dernière couche, l'eau a jailli dans le tube jusqu'à une hauteur de 2^{m}10 au-dessus de la surface du sol. Ce point correspond à une altitude de 61^{m} au-dessus du niveau de la mer.

Le sable vert fournit l'eau en abondance en nombre d'endroits, mais, jusqu'ici, les efforts tentés dans le bassin de Londres pour en obtenir n'ont pas été couronnés de succès. Dans le cas précité, on a obtenu de l'eau abondamment, il serait donc à désirer que l'on fasse une nouvelle étude des nappes aquifères dans le voisinage de la métropole.

Séance du 20 *Décembre* 1893

M. **Parent** présente huit échantillons des sables traversés par les travaux de l'avant-port de Calais. Ces

(1) Séance du 21 juin 1893.

échantillons sont envoyés à M. Gosselet par M. **Jullien**, ingénieur des ponts et chaussées. Ils représentent les dépôts qui se forment actuellement sur le rivage.

M. Parent remet de la part de **M. Delmas-Azéma**, directeur des travaux municipaux la *Coupe du puits artésien* de **Saint-Quentin**.

PROFONDEUR	DÉSIGNATION DES COUCHES	ÉPAISSEUR
	Profondeur du puits extérieur.....	3m68
3m68	Craie blanche friable.....	6 82
10 50	Craie blanche assez dure.....	19 30
26 12	Craie grisâtre avec parties tendres et parties dures, manifestation de veines brunes.....	10 08
36 20	Craie grisâtre très dure contenant des coquillages.....	5 86
42 06	Craie grisâtre très dure, plus grisâtre que la couche ci-dessus, mais un peu plus tendre.....	4 85
46 91	Craie blanche dure renfermant beaucoup de silex noirs.....	1 07
47 98	Craie grisâtre, d'une teinte légèrement ardoisée, très dure renfermant beaucoup de silex noirs.....	3 65
51 63	Craie blanche dure renfermant beaucoup de silex noirs contenant des coquillages et de la pyrite de fer..	2 58
54 21	Craie grisâtre, très dure, renfermant beaucoup de silex noirs.....	0 40
54 61	Craie blanche très dure renfermant beaucoup de silex noirs.....	5m89
60 80	Profondeur totale.	

M. **Parent** présente r ... communication
à Royon (P.-de-C.), dans ...
tient au genre *Infulaste*
le bassin de Paris, par
la craie à *M. brevipo*

Puits artés

Note comn

On a foré
Windsor (An
sont très ir
avoir de l'
forage, fa
sivemen
65m ; l
gault.
Aprè
l'ea
au
a'

... feuille
... Ouessant
... de France au 1/80.000),
... Barrois.

INTRODUCTION

... plus grande partie de la feuille :
... à la fois à des marées dont la hauteur
... 50 et à des courants de marée, véritables
... le cours varie deux fois tous les jours,
... La vitesse de ces courants est de 0m50 à 1m
... suivant la ligne d'Ouessant au Lands-End ;
... est due à la pente de 3"3/4 de la surface liquide,
... au Hâvre, ou du Hâvre à Ouessant, suivant
... heure.

La rapidité de ces courants de marée, varie suivant la facilité de propagation de leur mouvement : elle se ralentit dans les baies où la nappe liquide s'étale ; elle s'accroit, par contre, autour des obstacles rencontrés, tels que promontoires avancés, passes rétrécies, ilots ou bas-fonds, qui limitent entre Ouessant et la terre ferme, le Passage du Fromveur et le Chenal du Four. Ainsi, dans le Passage du Fromveur, la vitesse de ces courants est de 2m05 par seconde dans les mortes-eaux, et de 4m63 dans les vives-eaux ; elle augmente encore quand ils sont secondés par les vents.

Les courants que produisent les marées dans ces parages, sont donc aussi rapides que ceux des rivières les plus rapides, dans leurs plus grandes crues. Les rivières

urent 0m70 par seconde, pouvant rouler des galets de diamètre et la puissance de transport d'une augmentant d'après Hopkins, comme la sixième ssance de la vitesse de son courant, on peut facilement ouver le volume des blocs que ces courants transportent, dans les parties où ils touchent les rives ou le fond. Bien qu'invraisemblable, le chiffre trouvé doit cependant être au-dessous de la vérité : rien ne doit résister au choc, de ces masses liquides en mouvement, quand elles viennent briser en lames énormes, poussées par les vents d'Ouest.

Ces grandes ondes toutefois, limitent habituellement leur action aux zônes liquides superficielles ; loin d'affouiller le sol, elles laissent tomber sur le fond, dont la profondeur ne dépasse pas 100m sur la feuille, un tapis de graviers roulés, et même déposent au N.-E. d'Ouessant, une longue traînée de sable.

La côte Nord du Finistère, débute par une série de rochers bas et de plateaux sous-marins, d'écueils émergés et de petites îles, qui la relient à l'Ile d'Ouessant, dont les falaises orientales abruptes surgissent avec un aspect dénudé et sinistre. Les formes capricieusement découpées de l'Ile d'Ouessant dépendent de l'inégale résistance à la mer, des roches qui la constituent; la ligne irrégulière des côtes de la terre ferme, est due à l'action des rivières à leur embouchure, plus qu'aux vagues marines. Malgré la puissance des vagues et le peu d'importance des rivières de la région, on constate que les découpures les plus profondes de cette partie du littoral français, correspondent aux estuaires des rivières, et non à l'action des vagues poussées de O.-S.-O. par les vents dominants. Bien plus, l'action de la mer dans la configuration de cette côte, a une tendance opposée à celle des rivières; celles-ci découpent les rivages, celle-là au contraire les régularise, elle

M. Parent fait, au nom de M. Barrois, la communication suivante :

Légende de la Feuille de Plouguerneau et Ouessant

(Nos 40 et 56 de la Carte géologique de France au 1/80.000),

par **Charles Barrois.**

INTRODUCTION

La mer couvre la plus grande partie de la feuille : elle y est soumise à la fois à des marées dont la hauteur verticale est de 6m50 et à des courants de marée, véritables rivières, dont le cours varie deux fois tous les jours, de direction. La vitesse de ces courants est de 0m50 à 1m par seconde, suivant la ligne d'Ouessant au Lands-End ; leur cause est due à la pente de 3"3/4 de la surface liquide, d'Ouessant au Hâvre, ou du Hâvre à Ouessant, suivant l'heure.

La rapidité de ces courants de marée, varie suivant la facilité de propagation de leur mouvement : elle se ralentit dans les baies où la nappe liquide s'étale ; elle s'accroit, par contre, autour des obstacles rencontrés, tels que promontoires avancés, passes rétrécies, ilots ou bas-fonds, qui limitent entre Ouessant et la terre ferme, le Passage du Fromveur et le Chenal du Four. Ainsi, dans le Passage du Fromveur, la vitesse de ces courants est de 2m05 par seconde dans les mortes-eaux, et de 4m63 dans les vives-eaux ; elle augmente encore quand ils sont secondés par les vents.

Les courants que produisent les marées dans ces parages, sont donc aussi rapides que ceux des rivières les plus rapides, dans leurs plus grandes crues. Les rivières

qui parcourent 0m70 par seconde, pouvant rouler des galets de 0m03 de diamètre et la puissance de transport d'une rivière augmentant d'après Hopkins, comme la sixième puissance de la vitesse de son courant, on peut facilement trouver le volume des blocs que ces courants transportent, dans les parties où ils touchent les rives ou le fond. Bien qu'invraisemblable, le chiffre trouvé doit cependant être au-dessous de la vérité : rien ne doit résister au choc, de ces masses liquides en mouvement, quand elles viennent briser en lames énormes, poussées par les vents d'Ouest.

Ces grandes ondes toutefois, limitent habituellement leur action aux zônes liquides superficielles ; loin d'affouiller le sol, elles laissent tomber sur le fond, dont la profondeur ne dépasse pas 100m sur la feuille, un tapis de graviers roulés, et même déposent au N.-E. d'Ouessant, une longue traînée de sable.

La côte Nord du Finistère, débute par une série de rochers bas et de plateaux sous-marins, d'écueils émergés et de petites îles, qui la relient à l'Ile d'Ouessant, dont les falaises orientales abruptes surgissent avec un aspect dénudé et sinistre. Les formes capricieusement découpées de l'Ile d'Ouessant dépendent de l'inégale résistance à la mer, des roches qui la constituent; la ligne irrégulière des côtes de la terre ferme, est due à l'action des rivières à leur embouchure, plus qu'aux vagues marines. Malgré la puissance des vagues et le peu d'importance des rivières de la région, on constate que les découpures les plus profondes de cette partie du littoral français, correspondent aux estuaires des rivières, et non à l'action des vagues poussées de O.-S.-O. par les vents dominants. Bien plus, l'action de la mer dans la configuration de cette côte, a une tendance opposée à celle des rivières; celles-ci découpent les rivages, celle-là au contraire les régularise, elle

adoucit leurs traits, en y déterminant des courbes simples où son mouvement se développe plus librement. C'est en abrasant les caps ou en les isolant sous forme d'ilots, qu'elle arrive à ce résultat, puis en accumulant leurs débris dans les anses sous le vent, suivant des atterrissements curvilignes, appuyés toujours comme en un épi, sur le cap qui limite à l'est, les parties concaves du littoral : telle est l'origine des accumulations de sable alignées du O.-S.-O. à E.-N.-E., dans toutes les baies de la région, notamment celle de Goulven, sur laquelle a été mesurée en 1823, la Base de Plouescat.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES

(A) *Sable quarzeux* au S. d'Ouessant, formant des dunes sur les côtes, remarquablement basses de Plouguerneau, qui s'abaissent graduellement au niveau de la mer. Le sable est calcaire, coquiller, dans quelques baies (Saint-Cava) ; il est formé de minéraux lourds, variés (grenat, fer magnétique, amphibole), au pied des falaises gneissiques de Plouguerneau.

(a^2) *Alluvions modernes*, généralement fines et vases bleuâtres à l'embouchure des rivières.

(a^{1b}) *Limon* jaune, fin, sableux, épais de 2^m., recouvrant d'un manteau uniforme une plaine basse d'environ 25^m d'altitude, qui longe la côte. Cette plaine, actuellement fertile et cultivée, correspond à une ancienne plaine de dénudation marine, où font encore irrégulièrement saillie des écueils granitiques capricieusement découpés, rappelant ceux qui découvrent sur les plages voisines, à marée basse.

(a^{1a}) Des *plages soulevées* s'observent dans l'île d'Ouessant, où elles atteignent l'altitude de 2^m au-dessus du niveau des hautes mers. Au S. de la pointe de Pern, la levée de galets est moins haute qu'au N. et les galets en

sont plus petits : elles présentent le mélange de galets d'origines diverses, habituel aux plages soulevées de la région

TERRAINS ÉRUPTIFS ET MÉTAMORPHIQUES.

(γ^3) *Microgranulite*, en filons, de quelques mètres d'épaisseur, coupant la granulite.

(γ^1) La *granulite* forme une série de petits massifs distincts, traversant la feuille de O. à E. : Le massif de Landeda est essentiellement formé de granulite fine, feuilletée, à deux micas. — Le massif de Plouguerneau, présentant des granulites grenues ou laminées, avec enclaves de gneiss granulitique et filons d'aplite grenatifère et de pegmatite, rappelle vivement les massifs stannifères du Morbihan. — Le massif de Kerlouan est caractérisé par des variétés fines, dures, aplitiques, avec grenat et deux micas. — Les massifs de Plounevez offrent des roches grenues, porphyroïdes, passant au granite, avec nombreux filonnets d'aplite et de pegmatite. Les pegmatites de la région sont riches en mica blanc, mica noir, grenat, tourmaline, et plus rarement apatite (Bretouaré en Plounevez). — La moitié septentrionale d'Ouessant est occupée par une granulite grenue à gros grains, à éléments grossièrement alignés ; elle est exploitée pour la confection de meules, employées dans les curieux petits moulins à vent de l'Ile.

($\gamma^1\zeta^2$). *Granulite feuilletée*, laminée, fibreuse, à structure gneissique, à l'ouest du bourg d'Ouessant, vers le contact avec les micaschistes, ainsi que dans le massif de Landeda.

(γ,γ^1). *Granite traversé par la granulite*, en filons minces de 0,10 à 0,20 et passant à la granulite dans les falaises N. de Keranchat au N. d'Ouessant.

($\zeta^{1b}\gamma^1$). *Gneiss granulitique* micacé, fibreux, grisâtre, parfois glanduleux, alternant avec des micaschistes, dans toute la moitié méridionale d'Ouessant. Les lits micaschisteux

alternent indéfiniment avec des bancs interstratifiés plus ou moins chargés de feldspath et de mica, présentant tous les passages entre eux et les gneiss granulitiques ; ces couches sont en outre coupées par de nombreux filons transverses de granulite grenue blanche.

($\zeta^{1a}\gamma^{1}$). Le *gneiss modifié par la granulite* forme les falaises au N. de Plouguerneau ; il y présente diverses variétés grenues, riches en mica noir, traversées par des masses de granite, de granulite et de pegmatite, trop irrégulières pour être délimitées sur la carte.

(γ_{1}). Le *granite de Plouescat* affleure d'une façon à peu près ininterrompue suivant le littoral, formant au N de cette feuille, une côte basse, abrasée, singulière, où il dresse ses monuments bizarrement découpés et irrégulièrement disséminés, tant dans les champs limoneux de l'intérieur, que sur les espaces que le reflux laisse à nu lors des plus grandes marées. Ces monuments, semblables à des menhirs gigantesques, ont été isolés de vive-force par le flot des marées, puis sculptés et arrondis par les agents atmosphériques, dans une masse homogène et uniforme de granite porphyroïde à 2 micas. La roche contient fréquemment des enclaves gneissiques et est traversée de minces filonnets granulitiques qui la chargent de mica blanc ; elle fournit de bonne pierre de taille. Cette venue granitique coïncide en position avec une des lignes anticlinales les plus importantes du pays.

(γ_{1a}). *Syénite de Lannilis.* On observe à Plounevez de mauvais affleurements de roches syénitiques, dépendant d'une traînée à peu près continue, de l'embouchure de l'Aber-Benoit (Lannilis) jusqu'à l'Ile de Batz. C'est une roche sombre, grenue ou gneissique, dont les éléments constituants sont : sphène en gros cristaux, fer titané, apatite, orthose, plagioclase avec cadres de fine micropegmatite, amphibole verte, quarz grenu et de corrosion, épidote,

chlorite, ainsi que plus rarement, mica noir, pyroxène. Le caractère intrusif de la roche est facilement reconnaissable aux environs de Lannilis, où elle est traversée à son tour par des granulites roses, des pegmatites à amphibole et des filons de quarz ferrugineux. Elle est généralement très altérée, donnant comme résultat de son altération, une arène brunâtre, où l'on retrouve sous forme de grosses boules, dures, bleuâtres, les parties ayant échappé à la décomposition.

(ζ^2). *Schistes cristalliféres et micaschistes* : Des micaschistes et schistes micacés en strates verticales occupent la partie centrale d'Ouessant, sous forme d'un ruban dirigé à 80°, et bien exposé de chaque côté de l'ile, dans les Baies de Porspaul et du Stif. La roche dominante est un schiste séricitique, écailleux, gris-verdâtre, à grandes écailles ou membranes ondulées de mica blanc, et très ridé, froissé, contenant des glandules de quarz, de chlorite, d'andalousite, ou de feldspath triclinique, ou même de granulite à disposition moniliforme très nette ; elle alterne dans les falaises de Penarlant avec des schistes micacés à staurotide et des gneiss granulitiques ($\zeta^2\gamma^1$). Tous ces lits sont disloqués et enchevêtrés par failles.

(δ,a) *Les amphibolites* forment sur la feuille, un long faisceau, dans lequel alternent à l'infini, diverses variétés de roches gneissiques amphiboliques et pyroxéniques, interstratifiées dans l'étage des gneiss ; les lits variant de quelques centimètres à 2^m ou 3^m d'épaisseur, atteignent ensemble une épaisseur d'environ 50 mètres.

Les amphibolites présentent une structure gneissique, et sont constituées par un mélange grenu d'oligoclase avec amphibole, allanite et épidote, sphène, zircon, apatite, magnétite, pyrrhotine, auxquels s'ajoutent souvent orthose mica noir chloritisé et quarz.

L'amphibole est remarquable par la disposition cristallitique qu'elle offre fréquemment, elle constitue des plages étendues formées d'une grande quantité de petits cristaux aciculaires, tantôt réunis en une fine dentelle, tantôt indépendants les uns des autres, tout en possédant une orientation commune.

L'exagération de ces formations cristallitiques d'amphibole se rencontre dans des variétés plus basiques, admettant pyroxène et grenat : ces éclogites sont formées par des cristaux de grenat, de pyroxène clair englobant le grenat et entouré de couronnes pegmatoïdes d'amphibole vert-bleuâtre ; les intervalles laissés par les minéraux précédents sont occupés par des plagioclases (oligoclase et labrador) en petites plages finement maclées et empilées les unes sur les autres ; le rutile est fréquent, souvent associé à de l'Ilménite. Les formes pegmatoïdes d'amphibole et de feldspath triclinique sont très répandues; elles se retrouvent à un moindre degré dans le pyroxène (Kerscao, Kerever en Plounevez).

Dans l'Ile d'Ouessant, quelques lits d'amphibolite alternent avec les gneiss granulitiques ($\zeta^{1b}\gamma^{1}$).

(δ_{1b}) *Les Pyroxènites* appartiennent au faisceau précédent, auquel elles passent lithologiquement, par la diminution de l'amphibole et la prépondérance du pyroxène. Le pyroxène vert-clair, grenu ou en plages de petites dimensions est entouré d'oligoclase dominant ; on voit souvent, en outre, orthose en grandes plages à contours irréguliers, grenat, amphibole verte, sphène, biotite, apatite, magnétite (St-Frégant à Guisseny). A Brundaouez en Guisseny, il y a une intéressante variété riche en wernerite (dipyre). On peut enfin signaler comme minéraux secondaires : quarz, damourite, zoïsite, épidote.

(ζ^{1b}). *Les gneiss et micaschistes* du S. de la feuille, dépendant de la bande de Lesneven, forment un étage à caractères

variés, de roches remarquablement ridées, froncées, où des gneiss grenus, alternent avec des gneiss à grains fins, des leptynites, des micaschistes et divers gneiss à amphibole. De nombreux filons d'aplite et de pegmatite traversent ce massif, déterminant dans les micaschistes le développement de cristaux de feldspath, de mica, de fins délits de sillimanite et plus rarement de cordiérite (praséolite, chlorophyllite), comme dans les micaschistes granulitiques du Golfe du Morbihan, auxquels ces roches sont identiques.

(ζ^{1a}). *Le gneiss de Quimperlé* appartient à une bande allongée, qui s'étend de Porspoder à Roscoff, suivant un axe anticlinal qui ramène à l'affleurement les plus anciennes roches du N. de la Bretagne, et qui ne reparaissent au jour qu'au Sud du pays, de Quimperlé à Vannes. La roche dominante est un gneiss massif, granitoïde, compacte, grenu, moucheté de mica noir, où les éléments blancs, quarz et feldspath, forment dés nappes relativement épaisses de 2 à 5 ^{mm}, remarquablement continues, et séparées par des lits minces de mica noir, à individus cristallins distincts, de petite taille, à arêtes vives, diversement empilés, mais non associés en tissus continus. Ce gneiss se taille plus facilement que les autres variétés gneissiques de Bretagne, en blocs obliques aux feuillets de la roche, et est parfois même employé pour la confection de pavés de qualité inférieure.

(Q). *Le quarz* forme divers filons, exploités localement pour les routes ; l'amas enchevêtré de veines quarzeuses et d'hyalomictes de la Chapelle de Brundaouez, rappelle étrangement le Stockwerk de la Villeder.

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES ET OROGRAPHIQUES

Les terrains schisto-cristallins et les roches massives de la feuille forment des bandes d'affleurement parallèles, allongées, de O.-S.-O. à E.-N.-E. Ces bandes dépendent

d'une ride anticlinale (*Anticlinal du Léon*), qui relève et ramène au jour de Ploudalmézeau à l'Ile de Batz, suivant la côte N. de Bretagne, les gneiss les plus anciens de l'Ouest de la France. Ces gneiss fondamentaux, ne réapparaissent qu'au Sud de la Bretagne, de Quimperlé à Vannes (*Anticlinal de la Cornouaille*), où ils correspondent à la côte méridionale du pays.

Les feuilles voisines, mettent en évidence (1) la convergence et la continuité de ces deux grandes lignes géotectoniques du Léon et de la Cornouaille, dont la connaissance a des conséquences générales, (que nous mettrons ailleurs en lumière), non seulement pour l'intelligence de la structure de la presqu'île armoricaine, mais même pour la théorie de la persistance des profondeurs atlantiques. La forme des côtes bretonnes actuelles est en relation directe, avec les lignes orogéniqnes anciennes, paléozoïques.

L'axe de l'Anticlinal du Léon est dirigé E.-N.-E. sur la feuille de Plouguerneau, et dévié par conséquent de la

---

(1) J'ai signalé ici-même, dès 1888 (Obs. sur la const. géol. de l'Ouest de la Bretagne ; Ann. soc. géol. du Nord, T. 16, p. 2, Novembre 1888), le fait, que : « *Les axes des 2 grands plis bretons, loin d'être rectilignes ou parallèles, convergeaient en un point, situé au large d'Ouessant.* » Depuis lors, mes observations n'ont fait que confirmer ce résultat capital de mes recherches ; si je me borne encore ici, à indiquer le fait acquis, d'une façon dogmatique, sans chercher à l'établir par des preuves, c'est que je préférerais le faire ressortir un jour, sur une carte d'ensemble, plutôt que de charger actuellement la bibliographie, de mémoires stratigraphiques préliminaires. Je montrerai ainsi que, la chaîne armoricaine, est continue depuis le S. O. de l'Irlande, la Cornouaille anglaise, la Normandie, la Bretagne, les Monts Cantabriques, et la Meseta espagnole, et qu'elle est en relation génétique, avec la formation de la dépression Atlantique, qu'elle limite et dont elle dépend. Cette ligne brisée, est l'homologue, sur l'autre hémisphère, de la ligne droite des Appalaches.

direction N.-O. qu'il suivait au S. de la Bretagne (Anticlinal de la Cornouaille). Ses flancs, sur cette feuille, s'abaissent respectivement au S.-E. et N.-O. : au S.-E., vers Brest, on traverse en effet, la série ascendante des formations de la région; au N.-O. on passe également sur des roches plus récentes, visibles en couches verticales, ridées, inclinant au N. dans les écueils d'Ouessant. C'est au S. d'Ouessant, suivant le Passage du Fromveur, que se prolonge au S.-O., l'arête du pli anticlinal du Léon : le noyau granitique de Plouescat correspond en position et en direction, avec l'axe de cette voûte anticlinale.

Travaux consultés : MM. Bouquet de la Grye, Lacroix, Thomassin.

TABLE DES MATIÈRES

Terrains primaire, éruptif et métamorphique

Légende de la Feuille de Dinan, par M. Ch. Barrois, 25.
Légende de la Feuille de Plouguerneau et Ouessant, par M. Ch. Barrois, 382.

Terrain primaire

Légende de la Feuille de Dinan, par M. Ch. Barrois, 25. — Les grès primaires de l'Artois, par M. H. Parent, 104. — Sur le *Rouvilligraptus Richardsoni* de Cabrières, par M. Ch. Barrois, 107. — Compte-rendu de l'excursion géologique de la Société Géologique du Nord dans les environs d'Aire, par M. H. Spétebroot, 146. — Etude géologique sur l'ouest de la France, par M. Lebesconte, Compte-rendu, par M. Barrois, 169. — Excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de Bavai et au Caillou-qui-Bique, par M. Ch. Druon, 197.

Étage Houillier

Don d'échantillons du Boghead, par M. C. E. Bertrand, 91, 371. — Album de photographies du Boghead, par M. C. E. Bertrand, 139. — Echantillons de végétaux houillers d'Hardinghem, par M. C. Eg. Bertrand, 332. — Considérations sur la limite sud du bassin houiller du Nord de la France, par M. G. F. Dollfus, 332. — Observations sur le même sujet, par M. J. Gosselet, 342.

Terrain Crétacique

L'âge du Tun de Lezennes, par M. H. Parent, 16. — Notes sur les couches inférieures au premier tun et sur la craie grise de Lezennes, par M. H. Parent, 19. — Notes sur la craie de Roisel, par M. H. Parent, 22. — La craie d'Estrée-

Blanche (P.-de-C.), par M. H. Parent, 23. — Notes supplémentaires sur les plis du Nord de l'Artois, par M. H. Parent, 93. — Le Wealdien du Bas-Boulonnais, par M. H. Parent, 50. — Compte-rendu de la Société géologique à Frévent et à Buire, par M. J. Gosselet, 116. — Compte-rendu de l'Excursion Géologique de la Société Géologique du Nord dans les environs d'Aire, par M. H. Spétebroot, 146. — Excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de Bavai et au Caillou-qui-Bique, par M. Ch. Druon, 197. — Sur l'existence du Gault entre les Ardennes et le Bas-Boulonnais (Etude du Gault et du Cénomanien de l'Artois), par M. H. Parent, 205. — Sur une nouvelle espèce d'Ammonite du Gault, par M. H. Parent, 265. — Ammonite de la craie turonienne de Lumbres, par M. J. Gosselet, 328. — Quelques observations géologiques faites aux environs de Ribemont, rive gauche de l'Oise, par M. Rabelle, 344. — Observations sur la craie de l'Aisne, par M. J. Gosselet, 346. — Découverte de la *Belemnites quadratus* dans la craie jaune des environs d'Albert, par M. J. Gosselet, 348.

PHOSPHATE DE CHAUX

Notes sur les gîtes du Phosphate de chaux de Templeux-Bellicourt et de Buire, par M. J Gosselet, 2. — Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique à Frévent et à Buire, par M. J. Gosselet, 116. — Note sur les gîtes de Phosphate de chaux des environs de Fresnoy-le-Grand, par M. J. Gosselet, 149. - Notes sur la nature et le gisement du Phosphate de chaux naturel dans les départements du Tarn-et-Garonne et du Tarn, par M. Ch. Helson, 246 — Exquisse préliminaire sur les Phosphates de la Floride, par G. H. Eldridge (Traduction par M. Vaillant), 271.

Terrains tertiaires

Liste des principales espèces d'Echinides des deux couches à *Echinanthus* de l'éocène inférieur des Pyrénées, par M. J. Roussel, 11. — Observations sur ce sujet, par M. J. Gosselet, 15. — Compte-rendu de la Société Géologique du Nord à Frévent et à Buire, par M. J. Gosselet, 116. — Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique du Nord dans les environs d'Aire, par M. H. Spétebroot, 146. — Disposition de l'argile à silex au four à chaux de Werchain, par M. J. Gosselet, 173. — Excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de Bavai et au Caillou-qui-Bique, par M. Ch. Druon, 197. — Excursion de la Société Géologique du Nord, à Mons-en-Pévèle, par M. Ch. Maurice, 328. — Terrains tertiaires du Pays de Caux, par M. Parent, 391.

Terrain pléistocène ou quaternaire

Terrain quatenaire de Rouen et du pays de Caux, par M. J. Ladrière, 10. — Terrain quaternaire de la Somme, par M. J. Ladrière, 49,379.

Terrain holocène ou récent

Galets de Coulogne, par M. J. Gosselet, 112. — Sable à *Cardium edule* à Loo, par M. J. Gosselet, 112. — Poteries du XIIe siècle sous les sables marins au Pont-sans-Pareil, par M. J. Gosselet, 113. — Canal d'Audruick par M. J. Gosselet, 113. — Compte-rendu de l'excursion à Audruick et au Pont d'Ardres (Pont-sans-Pareil), par M. J. Gosselet, 114. — Note sur la coupe du canal d'Audruick et sur le Tuf calcaire de Saint-Pierre, par MM. J. Gosselet et J. Ladrière, 139. — Réunion annuelle extraordinaire de la Société Géologique du Nord à Bourbourg, 324. — Sables de la plage de Calais, par M. Jullien.

GÉOTECHNIQUE.

Notes supplémentaires sur les plis du Nord de l'Artois, par M. H. Parent, 93.

PALÉONTOLOGIE.

Traduction de la Paléontologie de Zittel, par M Ch. Barrois, 331. — Sur une nouvelle espèce d'ammonite (*Am. Janneli*) du Gault, par M. H. Parent, 265. – Ammonite de la craie turonienne de Lumbres, par M. J. Gosselet, 328. — Surle *Rouvilligraptus Richardsoni* de Cabrières, par M. Ch. Barrois, 107. — *Infulaster* trouvé à Royon, par M. Parent, 380.

HYDROGRAPHIE.

Sur l'eau de la source du Grosnard alimentant la ville de St-Quentin, par M. Vivien, 371.

GÈOGRAPHIE PHYSIQUE.

Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique. (Cours professé à la Faculté des Sciences de Lille, en 1891 et 1892, par M. J. Gosselet, 41, 119, 176. — Axe de l'Artois, par M. J. Gosselet, 91.

NOTICE NÉCROLOGIQUE.

Mort de M. Lossen, membre honoraire, 107. — Mort de M. Debray, membre titulaire, 137. — Adieux de la Société à M. Debray, par M. Gosselet, 137.

VARIÉTÉS.

Note sur les richesses minérales des Pyrénées-Orientales, par M. Ch. Helson, 159. — De l'importance de la Géologie dans l'Instruction générale, par M. Gosselet, 349.

SONDAGES.

Sondage à Croix, par M. Binet, 16. — Sondage à Warneton, par M. J. Gosselet, 113. — Sondage aux environs de Londres, par M. Meyer, 271, 380. — Coupe du puits artésien de St-Quentin, par M. Delmas-Azéma, 381.

EXCURSIONS

Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord, à Audruick et au Pont d'Ardres (Pont-sans-Pareil) le 23 avril 1893, par M. J. Gosselet, 114. — Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord, à Frévent et à Buire, le 30 avril 1893, par M. J. Gosselet, 116. — Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord dans les environs d'Aire, le 14 mai 1893, par M. J. Gosselet, 146. — Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de Bavay et au Caillou-qui-Bique, par Ch. Druon, 197. — Réunion annuelle extraordinaire de la Société Géologique du Nord, à Bourbourg, le 18 juin 1893, 324. — Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique du Nord, le 22 octobre 1893, à Mons-en-Pévèle, par M. Ch. Maurice, 328.

TABLE DES AUTEURS

Barrois. — Légende de la Feuille de Dinan (N° 60 de la carte géologique de France au 1/80.000), 25, — Sur le *Rouvilligraptus Richardsoni*, de Cabrières, 107. — Compte-rendu de l'étude géologique sur l'O. de la France, par M. Lebesconte, 169. — Traduction de la Paléontologie de Zittel, 331. — Légende de la Feuille de Plouguerneau et Ouessant (Nos 40 et 56 de la carte de France), 382.

Bertrand (C.-E5.). — Don d'échantillons du Boghead, 91, 371. — Album de Photographies du Boghead, 139. — Don d'Échantillons de végétaux houillers d'Hardinghem, 332.

Binet. — Sondage à Croix, 16.

Debray. — Sa mort, 137.

Dollfus (G.-F.). — Considérations sur la limite Sud du bassin houiller du Nord de la France, 332.

Druon (Ch.). — Excursion de la Société Géologique du Nord aux environs de Bavay et au Caillou-qui-Bique, 91.

Delmas-Azéma. — Coupe du puits artésien de Saint-Quentin, 381.

Gosselet. — Note sur les gîtes du Phosphate de chaux de Templeux-Bellicourt et de Buire, 2. — Observations au sujet de la note de M. Roussel sur les couches à *Echinanthus*, 15. — Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique (Cours professé à la Faculté des Sciences de Lille en 1891 et 1892), 41, 119, 176. — Axe de l'Artois, 91, — Observations sur les galets de Coulogne, 112. — Observations sur le Sable à *Cardium edule* à Loo, 112. — Sondage à Warneton, 113. — Observations sur le canal d'Audruick, 113. — Observations sur les poteries du XIIe siècle trouvées sous les sables marins du Pont-sans-Pareil, 113. — Compte-rendu de l'excursion à Audruick et au Pont d'Ardres (Pont-sans-Pareil), 114. — Compte-rendu de la Société géologique à Frévent et à Buire, 116. — Adieux de la Société à M. Debray, 137. — Notes sur les gîtes de Phosphate de chaux des environs de Fresnoy-le-Grand, 149. — Disposition de l'argile à silex au four à chaux de Werchain, 173. — Ammonite de la craie turonienne de Lumbres, 328. — Sur la limite sud du bassin houiller, 342. — Observations sur la craie de l'Aisne, 346. — Découverte de la

Belemnites quadratus dans la craie jaune des environs d'Albert, 348. — De l'importance de la Géologie dans l'instruction générale, 349.

Gosselet et **Ladrière**. — Note sur la coupe du canal d'Audruick et sur le Tuf calcaire de St-Pierre, 139.

Helson. — Note sur les richesses minérales des Pyrénées-Orientales, 159. — Note sur la nature et le gisement du phosphate de chaux naturel dans les départements du Tarn-et-Garonne et du Tarn, 246.

Jullien. — Sables de la plage de Calais, 380.

Ladrière. — Terrain quaternaire de Rouen et du pays de Caux, 10. — Terrain quaternaire de la Somme, 49, 379.

Lebesconte. — Étude géologique sur l'ouest de la France (Compte-rendu par M. Barrois), 169.

Lossen. — Sa mort, 107.

Maurice (Ch.) — Compte-rendu de l'Excursion de la Société Géologique du Nord à Mons-en-Pévèle, 328.

Meyer. — Sondage aux environs de Londres, 271, 380.

Parent. -- L'âge du Tun de Lezennes, 16. — Notes sur les couches inférieures au 1er tun et sur la craie grise de Lezennes, 19. — Notes sur la craie de Roisel, 22. — La craie d'Estrée-Blanche (P.-d.-C.), 23. — Le Wealdien du Bas-Boulonnais, 50. — Notes supplémentaires sur les plis du Nord et de l'Artois, 93. — Les grès primaires de l'Artois, 104. — Sur l'existence du Gault entre les Ardennes et le Bas-Boulonnais (Étude du Gault et du Cénomanien de l'Artois), 205.—Sur une nouvelle espèce d'Ammonite du Gault, 265. — Découverte d'un *Infulaster* à Royon, 380. — Terrains tertiaires du Pays de Caux, 391.

Rabelle. — Quelques observations géologiques faites aux environs de Ribemont, rive gauche de l'Oise, 344.

Roussel. — Liste des principales espèces d'Echinides des deux couches *Echinanthus* de l'éocène inférieur des Pyrénées, 11.

Spétebroot. — Compte-rendu de l'excursion géologique de la Société Géologique du Nord dans les environs d'Aire, 146.

Vaillant. — Esquisse préliminaire sur les phosphates de la Floride, par G. H. Eldridge, (traduction) 271.

Vivien. — Sur l'eau de la source du Grosnard, alimentant la ville de Saint-Quentin.

TABLE DES PLANCHES

Pl. I. — **Leprêtre.** — Photographie du Caillou-qui-Bique.
II. — **Parent.** — Grès primaires de l'Artois.
III. — **Barrois.** — *Rouvilligraptus Richardsoni.*
IV. — **Id.** — id. id.
V. — **Parent.** — Ondulations de la craie.
VI. — **Id.** — *Hoplites Janelli.*
VII. — **Deswatines.** — Poteries gallo-romaines de Cappelle-Brouck.

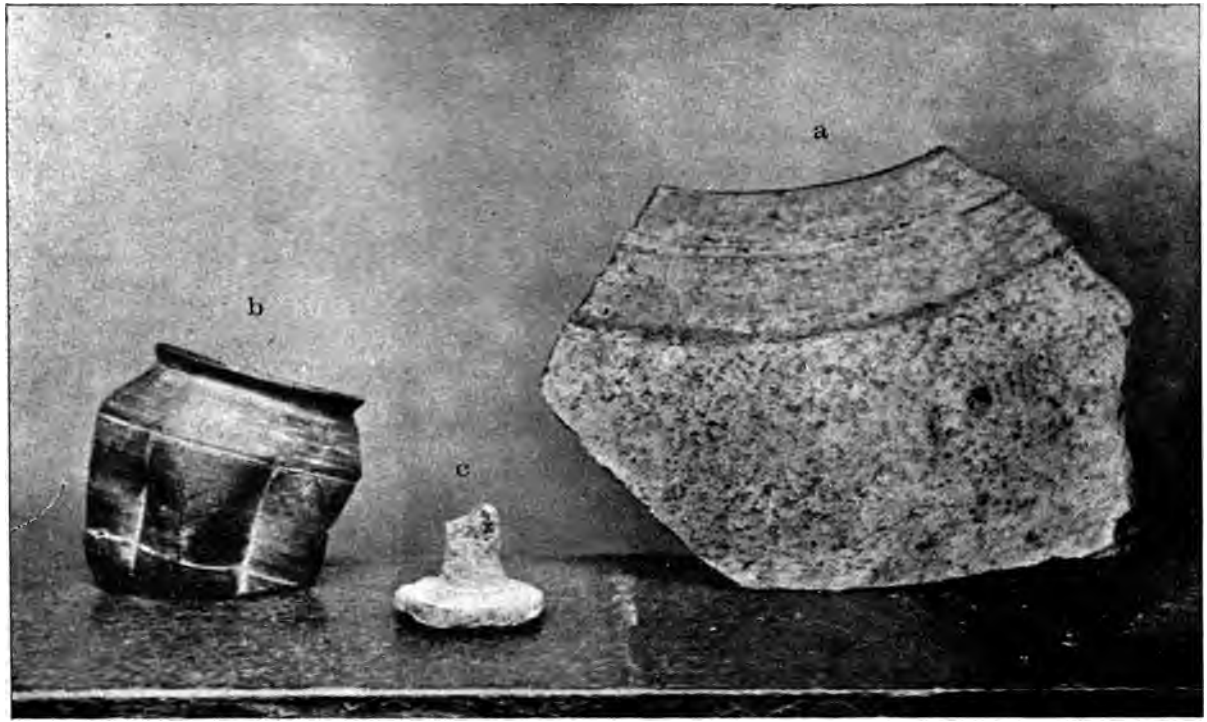
ÉPOQUES DE PUBLICATION DES LIVRAISONS.

Livraison	1.	Pages	1	à	92	—	Mars	1893
—	2.	—	93	à	140	—	Juin	1893
—	3.	—	141	à	252	—	Juillet	1893
—	4.	—	253	à	399	—	Janvier	1893

Lille, Liégeois-Six, Imprimeur de la Société Géologique du Nord.

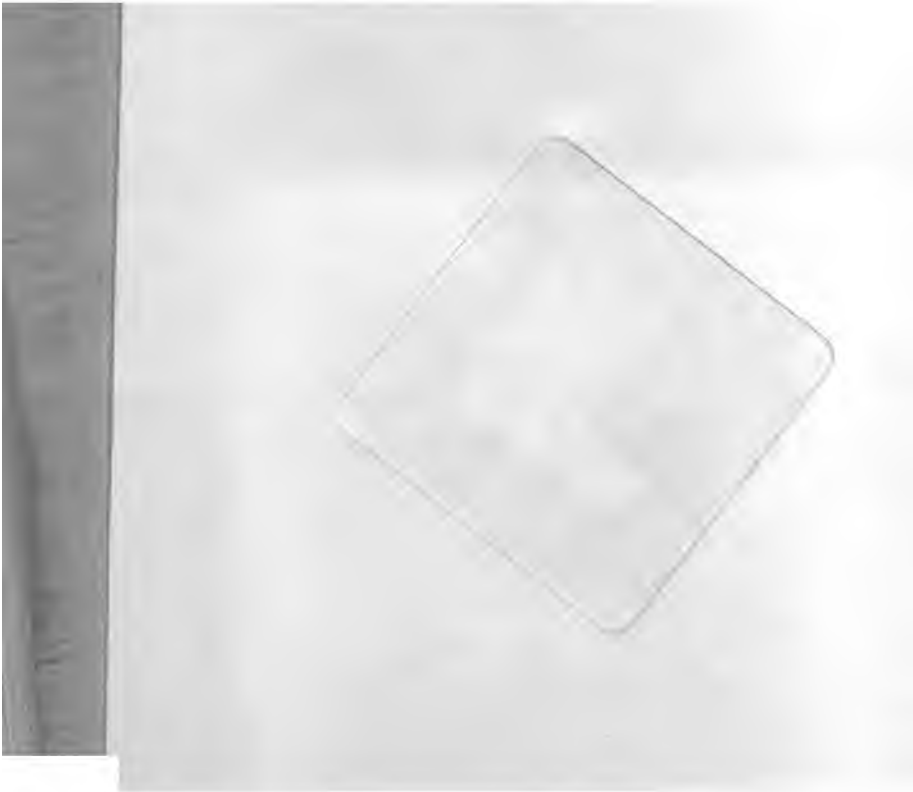
1c.

Re



Photographie de M. DEWATTINES.

POTERIES GALLO-ROMAINES TROUVÉES A CAPPEL-BROUCK.



BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY
550.6
S686a
21
1893

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
ORGANIZED 1891
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRA
550.6
S686a
21
1893

Stanford University Librarie
Stanford, California

Return this book on or before date due.